



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Tabla de Contenido

Pág.

1	OBJETO	5
2	ALCANCE	5
3	NORMATIVIDAD DE REFERENCIA	5
4	GENERALIDADES	7
5	UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS	7
5.1	SECTOR URBANO	7
5.2	SECTOR RURAL	7
5.3	REDES PARTICULARES	7
5.4	VÍAS	8
6	CONJUNTOS	8
6.1	TIPOS DE CONJUNTOS EN BAJA TENSIÓN	8
6.1.1	Corrido	8
6.1.2	Terminal	9
6.1.3	Doble Terminal	9
6.1.4	Combinación de Conjuntos	9
6.2	TIPOS DE CONJUNTOS MEDIA TENSIÓN	9
6.3	CLASIFICACIÓN SEGÚN LA TOPOGRAFÍA	10
6.3.1	Cruceta al Centro (13,2 kV):	10
6.3.2	Cruceta en Bandera (13,2 kV):	10
6.3.3	Estructuras en Triángulo (34,5 kV):	10
6.3.4	Estructuras en H (13,2 kV - 34,5 kV):	10
6.4	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL DISEÑO	10
6.4.1	Estructuras en Suspensión	10
6.4.2	Estructuras en Retención	10



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

6.4.3	Estructuras Terminales	11
6.4.4	Combinación de Conjuntos	11
6.4.5	Selección	11
7	DESEMPEÑO MECÁNICO.....	12
7.1	CONICIDAD	12
7.2	LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO.....	13
7.3	SELECCIÓN ESTRUCTURAS Y CONJUNTOS	13
7.3.1	Circuitos entre Subestaciones (enlaces)	13
7.3.2	Vanos Normales	14
7.3.3	Vanos Desnivelados y/o Mayores de 100 metros.....	14
7.3.4	Selección del Vano Regulador	14
7.4	SELECCIÓN DEL TENSIONADO	15
7.4.1	Condiciones Iniciales y Finales	17
7.4.2	Efecto del Viento.....	18
7.4.3	Condición Diaria Promedio.....	20
7.5	ELABORACIÓN DE LA PLANTILLA.....	21
7.5.1	Curva de Flecha Mínima	21
7.5.2	Curva de Flecha Máxima	22
7.5.3	Curva de Terreno o de Distancia Mínima a Tierra.....	22
7.5.4	Curva de Apoyos	22
7.5.5	Localización de Apoyos	22
7.5.6	Verificación del Vano Regulador	23
7.5.7	Cálculo de Vanos Vientos	23
7.6	DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES EN UNA ESTRUCTURA	23
7.7	OTRAS CONSIDERACIONES	23
7.8	TENSIONADO EN REDES DE EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN	24
7.9	TENSIONES Y FLECHAS	25



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

7.10	CURVAS DE TENDIDO.....	27
8	CURVAS DE UTILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS	28
9	CARGAS EN LAS ESTRUCTURAS Y SOPORTES	30
9.1	CARGA VERTICAL	30
9.2	CARGA TRANSVERSAL.....	30
9.3	CARGA LONGITUDINAL	31
9.4	APLICACIÓN SIMULTÁNEA DE CARGAS	31
9.5	CRITERIOS GENERALES PARA LA UTILIZACIÓN DE RETENIDAS	32
9.6	TIPOS DE RETENIDAS	36
9.6.1	Retenidas Directa a Tierra	36
9.6.2	Retenida a Perfil Metálico en U.....	36
9.6.3	Retenida Pie de Amigo	36
9.6.4	Retenida Poste a Poste	36
9.7	SELECCIÓN RETENIDAS	37
9.7.1	Retenida Directa a Tierra	37
9.7.2	Retenida a Perfil Metálico en U.....	37
9.7.3	Retenida Pie de Amigo	37
9.7.4	Retenida Poste a Poste	37
10	ROTULADO Y SEÑALIZACIÓN	38
10.1	ROTULADO	38
10.2	SEÑALIZACIÓN	39
11	ANEXO NO. 1 – SELECCIÓN DE POSTES PARA REDES DE MEDIA TENSIÓN	40



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1. Normatividad de referencia	5
Tabla 2. Criterios de selección para conjuntos en baja tensión	11
Tabla 3. Criterios de selección para conjuntos en media tensión	12
Tabla 4. Especificaciones de poste en concreto, alturas, cargas de rotura, conicidad y empotramiento	13
Tabla 5. Parámetros para variación del viento con la altura	20
Tabla 6. Tensionado de conductores de media, baja tensión y red telefónica	24
Tabla 7. Tensiones de diseño	24
Tabla 8. Flechas y tensiones conductor de fase ACSR calibre 2 AWG condición de tensión diaria del 10%	25
Tabla 9. Flechas y tensiones conductor de fase ACSR calibre 4/0 AWG condición de tensión diaria del 10%	26
Tabla 10. Flechas y tensiones conductor de fase ACSR calibre 266,8 kcmil condición de tensión diaria del 10%	27

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1. Vano regulador	15
Figura 2. Momento angular	29
Figura 3. Colocación de retenida para estructura en suspensión	33
Figura 4. Colocación de retenida para estructura en retención	34
Figura 5. Corte transversal de poste con retenida	35
Figura 6. Marcación en poste	39



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

1 OBJETO

Esta norma tiene como objetivo servir de referencia para proyectos de redes de distribución aéreas en media y baja tensión que se encuentran construidas en conductores desnudos, en configuración horizontal a nivel, simétrica o en H.

Las redes de distribución deben presentar un diseño óptimo normalizando materiales y equipos, así como métodos constructivos para el correcto manejo y aplicación de la energía eléctrica en su Sistema de Distribución Local.

La presente norma fija las directrices requeridas en el diseño de las redes de distribución aéreas en conductor desnudo con el fin de asegurar la calidad y confiabilidad de las mismas.

2 ALCANCE

Esta Norma Técnica se aplica al sistema de distribución de 34500 V (34,5 kV), 13200 V (13,2 kV), 208/120 V y 240/120 V, en el municipio de Santiago de Cali y sus áreas de influencia en los municipios de Yumbo y Puerto Tejada.

El uso de las redes aéreas en conductor desnudo ha sido urbano o rural, dependiendo de su uso e instalación, en media tensión o en baja tensión. No aplica para la construcción de proyectos nuevos en el Sistema de Distribución Local de **EMCALI**.

3 NORMATIVIDAD DE REFERENCIA

Los diseños de redes aéreas han estado sujetas a los reglamentos, ordenanzas departamentales y demás disposiciones legales vigentes (sus modificaciones y actualizaciones), contenidos en las siguientes resoluciones, acuerdos y documentos que se citan en la **¡Error! No se encuentra el origen d e la referencia..**

Tabla 1. Normatividad de referencia

Ítem	Norma / Entidad	Descripción
1.	RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
2.	NSR 2010	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente
3.	Resolución CREG 025 de 1995	Por la cual se establece el Código de Redes, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional.
4.	Resolución CREG 098 de 2000, Anexo CC1 del Código de Conexión, 2000	Por la cual se modifica el Anexo CC1 del Código de Conexión (Resolución CREG-025 de 1995).



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Ítem	Norma / Entidad	Descripción
5.	Resolución 0627 de 2006 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
6.	IEEE Std. 738 de 2012	IEEE Standard for Calculating the Current-Temperature Relationship of Bare Overhead Conductors.
7.	IEEE Vol. PAS-98. No. 6. Nov/Dec, 1979	IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, IEEE Corona and Field Effects Subcommittee Report. Radio Noise Working Group. "A Survey of Methods for Calculating Transmission Line Conductor Surface Voltage Gradients".
8.	IEEE Std. 1243 - 1997	IEEE Guide for Improving the Lightning Performance of Transmission Line.
9.	IEEE Flash V2.01	Lightning Performance of Overhead Lines Working Group: 15.09.08, and its predecessor organizations.
10.	IEEE Std. 80 - 2013	IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding.
11.	ASTM B232	Standard specification for concentric -lay stranded Aluminum conductors, coated-steel reinforced (ACSR). 1982.
12.	ACI, American Concrete Institute	Building Code Requirements for structural concrete
13.	EPRI - Electric Power Research Institute	Transmission Line Reference Book - 200 kV and above. Third Edition, Revised. Palo Alto, CA: 2005.
14.	EPRI - Electric Power Research Institute	Transmission Line Reference Book. 345 kV and above". Second Edition, Revised. Palo Alto, California, 1982.
15.	IEC 60865-1, Second Edition, 1982	Short-circuit currents - Calculation of effects - Part 1: Definitions and calculation methods.
16.	IEC60071-1, 2011	Insulation co-ordination - Part 1: Definitions, principles and rules.
17.	IEC60071-2, 2018	Insulation co-ordination - Part 2: Application guidelines.
18.	Friedrich Kiessling, Peter Nefzger, Joao F. Nolasco, Ulf Kaintzyk	Overhead Power Lines. Planning, Design, Construction.
19.	Torres Sánchez, H.	El rayo. Mitos, leyendas, ciencia y tecnología. Editorial: U. Nacional de Colombia. 2002.
20.	Interconexión Eléctrica S.A. (ISA) - Consultoría Colombiana (Concol) - Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias).	Normalización de estructuras metálicas para líneas de transmisión a 230 kV, Doble circuito: Metodología de diseño de líneas de transmisión y guía de aplicación de las estructuras normalizadas - Informe final. Bogotá, 1989.
21.	NTC 4552-1	Protección Contra Descargas Eléctricas Atmosféricas (Rayos). Parte 1: Principios Generales.
22.	NTC 4552-2	Protección Contra Descargas Eléctricas Atmosféricas (Rayos). Parte 2: Manejo del Riesgo.
23.	NTC 4552-3	Protección Contra Descargas Eléctricas Atmosféricas (Rayos). Parte 3: Daños Físicos a Estructuras y Amenazas a la Vida.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

4 GENERALIDADES

Las estructuras de soporte de las líneas eléctricas deberán tener suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas propias y las debidas a las condiciones meteorológicas y de trabajo a que estén sometidas, según el lugar donde se ubiquen, con los factores de sobrecarga adecuados.

En aquellas condiciones donde las líneas aéreas lleguen a estar sometidas a cargas mecánicas más severas que las calculadas sobre las bases señaladas en este capítulo, por menor temperatura o mayor velocidad del viento, las instalaciones deberán diseñarse tomando en cuenta tales condiciones de carga, conservando los factores de sobrecarga correspondientes.

De no realizarse un análisis técnico detallado, que demuestre que pueden aplicarse cargas mecánicas menores y que no contravengan lo dispuesto en las reglamentaciones vigentes, no deberán reducirse las indicadas en esta norma las cuales fueron calculadas con la metodología indicada más adelante.

Las estructuras deberán ser construidas para que tengan la capacidad de resistir las cargas estáticas y dinámicas a que estarán sujetas las líneas eléctricas en condiciones normales y excepcionales. El diseño deberá estar basado en prácticas normalizadas de Ingeniería Estructural y deberá considerar la configuración de los conductores y el efecto de las distintas fuerzas que actúan sobre estos.

5 UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS

5.1 SECTOR URBANO

En el sector urbano, se ubicarán sobre el lado impar de las placas de las casas (lado izquierdo en el sentido de desplazamiento direccional ascendente) en las vías arterias o avenidas de una calzada, con una interdistancia máxima de 35 metros y sobre las vías locales o secundarias de una calzada, con una interdistancia máxima de 30 metros, o sobre ambos lados de las vías laterales exteriores de autopistas o de avenidas de 4 calzadas, con una interdistancia máxima de 30 metros.

5.2 SECTOR RURAL

En el sector rural, al lado de vías vehiculares, preferiblemente, o peatonales, con una interdistancia máxima de 50 m.

5.3 REDES PARTICULARES

Sobre las zonas particulares que no interfieran el tráfico vehicular o peatonal con una interdistancia promedia de 30 metros.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

La localización de la postería, se determinará con base en la interdistancia recomendada para cumplir con el diseño lumínico respectivo.

5.4 VÍAS

La postería para redes al lado de vías, se ubicará a 50 cm. de la línea de cordón (distancia entre el eje de los postes y el extremo de la vía) y sobre las líneas de división de predios (proyección del lindero de cada predio), con excepción de las redes de alumbrado público de vías con disposición central doble, en cuyo caso la postería se localizará en el centro del separador de la vía.

Debe tenerse en cuenta, en la ubicación de la postería, las distancias mínimas de seguridad, que se muestran en el Artículo 13 del RETIE

Inicialmente la postería se ubicará como secundaria (postes de 8 a 10 m). Posteriormente, y de acuerdo con el diseño de la red de distribución de media tensión, se indicarán los postes primarios.

6 CONJUNTOS

Las redes de distribución aéreas en Baja Tensión y Media Tensión, disponen de diferentes tipos de materiales (herrajes y aisladores) que conforman los conjuntos secundarios que sirven de apoyo y fijación a los conductores que transportan la energía eléctrica.

Para el nivel de Baja Tensión, los aisladores serán en porcelana tipo carrete, de acuerdo a la norma ANSI 53-2.

Para Niveles de Media Tensión, los aisladores serán de material en Polimérico, y deberán tener las características y composición similar que cumplan según lo establecido en las normas para aisladores polimérico tipo Line Post ANSI C29.18, aisladores polimérico tipo suspensión ANSI C29.13, las características eléctricas varían de acuerdo al Nivel de Tensión.

6.1 TIPOS DE CONJUNTOS EN BAJA TENSIÓN

De acuerdo con la configuración de las redes de distribución aéreas en baja tensión: bifásicas (3 hilos) o trifásicas (4 hilos) y a sus alineamientos, se definen los siguientes tipos de arreglos o conjuntos para montaje vertical en postes de concreto:

6.1.1 Corrido

Conjunto en el cual los conductores, sin apertura, se apoyan en los aisladores de carrete instalados en las perchas (Véase Norma de Construcción).



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

6.1.2 Terminal

Conjunto de final de circuito, en el cual los conductores terminan su recorrido amarrándose firmemente a los aisladores de carrete instalados en las perchas. (Véase Norma de Construcción.)

6.1.3 Doble Terminal

Conjunto en el cual existe apertura de los conductores y se requiere doble percha con sus aisladores de carrete para cada terminal instalados en el mismo poste. (Véase Norma de Construcción.)

Los dos terminales pueden incluir puentes de conexión entre sus conductores, si se trata de un mismo circuito, o no tenerlos, si son circuitos de diferentes transformadores.

Según el ángulo de deflexión de la red, se pueden tener dos tipos de conjuntos doble terminal:

- Para ángulos de deflexión entre 0° y 45° , en cuyo caso las abrazaderas utilizadas son de dos salidas, soportándose las perchas, una de cada salida.
- Para ángulos de deflexión, mayores de 45° y menores de 135° , en cuyo caso se utilizan abrazaderas de una salida, soportando una percha del lado de la salida y la otra lateralmente a través de tuercas de ojo soportadas en los pernos de carruaje de las abrazaderas.

6.1.4 Combinación de Conjuntos

En el tendido de redes aéreas secundarias, es posible disponer de combinación de los conjuntos antes indicados, utilizando las mismas abrazaderas (de una o dos salidas según sea el caso), así:

- Combinación de conjuntos corrido con terminal.
- Combinación de conjuntos doble terminal con un terminal. Ésta combinación recibe el nombre de conjunto triple terminal.

Estas combinaciones de conjuntos, pueden incluir o no puentes de conexión entre sus conductores, según pertenezcan sus circuitos a uno o dos transformadores.

6.2 TIPOS DE CONJUNTOS MEDIA TENSIÓN

Las redes de distribución aéreas en media tensión las conforman los conjuntos primarios que sirven de apoyo y fijación a los conductores que transportan la energía eléctrica.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

6.3 CLASIFICACIÓN SEGÚN LA TOPOGRAFÍA

De acuerdo con la topografía del terreno los conjuntos podrán ser:

6.3.1 Cruceta al Centro (13,2 kV):

Para utilización en sectores urbanos con vanos iguales o menores a 70 metros y en sectores rurales con vanos iguales o menores a 100 metros.

6.3.2 Cruceta en Bandera (13,2 kV):

Igual que cruceta al centro pero cuando existen dificultades en el terreno que no permiten obtener las distancias mínimas de seguridad entre las líneas y las edificaciones.

6.3.3 Estructuras en Triángulo (34,5 kV):

Para utilización en sectores urbanos y rurales con vanos iguales o menores a 100 metros.

6.3.4 Estructuras en H (13,2 kV - 34,5 kV):

Para utilizar en sectores rurales cuando la topografía del terreno permite utilizar vanos largos.

6.4 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL DISEÑO

De acuerdo con el diseño específico de la red, los conjuntos se clasifican en:

6.4.1 Estructuras en Suspensión

Se utilizan para alineamientos o ángulos pequeños de la red. Los conductores, sin apertura, son soportados sobre aisladores de espigo.

A esta clase pertenecen los siguientes conjuntos básicos:

- Corrido sencillo: 1 cruceta.
- Corrido en ángulo: 2 crucetas.

6.4.2 Estructuras en Retención

Se utilizan generalmente para cambios pronunciados en las rutas de las redes, donde se hace necesario la apertura de los conductores. Estos se fijan a la estructura mediante aisladores de suspensión.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Pertenece a este tipo de estructura el conjunto doble terminal el cual se utiliza para cambios pronunciados en la ruta de la red o para cambio de calibre de conductores o cuando se termina la longitud del conductor en los carretes en el proceso de construcción, o cuando, por facilidad de construcción y/u operación, es necesario realizar apertura en la red (2 crucetas).

6.4.3 Estructuras Terminales

Se utiliza donde la red finaliza (2 crucetas).

6.4.4 Combinación de Conjuntos

Es posible, combinando los conjuntos anteriores, obtener otro tipo de conjuntos con dos niveles o alturas sobre el nivel de piso. Entre ellos se encuentran, entre otros:

- Corrido y terminal (o corrido y arranque).
- Terminal - terminal.

6.4.5 Selección

La selección de los conjuntos en baja tensión se realiza según el ángulo de deflexión de la red o de acuerdo con la topología del circuito como se indica en la Tabla 2

Tabla 2. Criterios de selección para conjuntos en baja tensión

Conjunto	Angulo Deflexión	Criterio de Utilización
Corrido	0 - 45	Continuación de Circuito
Terminal		Final de Circuito
Doble Terminal	0 - 45 0 - 135	Para circuitos diferentes Para Derivaciones
Corrido y Terminal: a) Por el mismo lado b) Por lados diferentes	0 - 45 (Corrido) 0 - 45 (Corrido)	Para Derivación Para Derivación
Tripe Terminal	0 - 45 (Doble Terminal)	Doble Terminal (Circuitos Diferentes) y derivación

La selección de los conjuntos en media tensión se realiza según el ángulo de deflexión de la red o la topología del circuito, habiéndose elegido previamente el tipo de conjunto de acuerdo con la topografía del terreno.

En la Tabla 3, se indican los criterios para la selección de los conjuntos en media tensión



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Tabla 3. Criterios de selección para conjuntos en media tensión

Conjuntos Básicos	Ángulo de Deflexión de la Red (En Grados)
Corrido Sencillo	0 - 3
Corrido en Ángulo	> 3 - 30
Doble Terminal	> 30 - 60 (*)
Terminal - Terminal	> 60

7 DESEMPEÑO MECÁNICO

Los apoyos, que sirven de soportes estructurales para las redes, serán de concreto armado, anulares o macizos (vibrados, centrifugados o pretensionados), de acuerdo con las características indicadas en esta norma.

Las redes con tensión de 13.2 kV usaran apoyos con una altura igual o mayor a 12 metros, las redes con tensión de 34.5 kV usaran apoyos con una altura igual o mayor a 14 metros. Para todos los casos se deben cumplir con las distancias de seguridad indicadas en el RETIE.

Los postes donde se requiera la instalación de sistema de tierra, de acuerdo con los criterios establecidos en estas normas tendrán un ducto interno de 19 mm (3/4") de diámetro.

La cimentación requerida para los diferentes postes está definida en la respectiva Norma de Construcción.

7.1 CONICIDAD

Los postes deben tener una conicidad entre 1,5 y 2 cm/m de longitud, conforme al RETIE (Artículo 20.17.Literal d), la conicidad del poste se determina con base en los parámetros básicos y bajo la siguiente ecuación:

$$C = \frac{b_{base} - a_{cima}}{H}$$

Donde,

C	Conicidad.
b_{base}	Diámetro del poste en su base.
a_{cima}	Diámetro del poste en su cima.
H	Altura del poste.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

7.2 LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO

La longitud de empotramiento se determina de acuerdo a la Norma NTC-1329, numeral 4.6:

$$LE = 0,1 * H + 0,6 (m)$$

Donde,

LE Longitud de empotramiento.

H Altura del Poste.

Tabla 4. Especificaciones de poste en concreto, alturas, cargas de rotura, conicidad y empotramiento

Longitud Total H (m)	Carga de Diseño (kg)	Diámetro (cm)		Verificación Conicidad	Longitud Empotramiento (m)
		Cima (a)	Base (b)		
9	510	14	27,5	1,5	1,5
10	510	14	29	1,5	1,6
12	510	14	32	1,5	1,8
12	750	14	32	1,5	1,8
12	1050	19	37	1,5	1,8
14	750	16	37	1,5	2
14	1050	19	40	1,5	2
14	1350	20	41	1,5	2
16	750	16	40	1,5	2,2
16	1050	19	43	1,5	2,2
16	1350	20	44	1,5	2,2
18	1350	20	47	1,5	2,4

7.3 SELECCIÓN ESTRUCTURAS Y CONJUNTOS

7.3.1 Circuitos entre Subestaciones (enlaces)

Las estructuras de soporte de las redes a 13,2 kV o 34,5 kV que sirven de enlace entre subestaciones de **EMCALI** deben calcularse autosoportadas (sin retenidas), para lo cual debe aplicar lo dispuesto en



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

la presente norma y el anexo CC.1 del Código de Redes aprobado por resolución CREG 025 de julio 25 de 1995 y su modificación bajo la resolución CREG 065 de 12 Septiembre de 2000.

7.3.2 Vanos Normales

En el Anexo No.1 se presentan los criterios de selección de postes para vanos normales urbanos y rurales.

En este anexo se contemplaron los servicios que pueden llegarse a presentar en el mismo apoyo de la red de media tensión; servicios como red de baja tensión y servicios de comunicación, también cuenta con los elementos de potencia como transformadores de hasta 150 kVA, o equipo reconector con elementos de control.

7.3.3 Vanos Desnivelados y/o Mayores de 100 metros

Cuando en un diseño, se proyecte un vano mayor de 100 metros o cuando el terreno tenga una pendiente mayor del 10%, se deberá realizar los respectivos cálculos que justifiquen la respectiva selección de los apoyos de acuerdo a los vanos y el conductor a usar.

Igualmente se debe tener las mismas consideraciones de instalación de otros servicios, equipos de maniobra y protecciones, equipos de potencia.

7.3.4 Selección del Vano Regulador

Con base en las características del terreno, seleccione un valor de vano regulador, el cual se define como el " tramo diseñado " que asegura la mejor tensión mecánica media a lo largo de la red, de vanos no uniformes entre dos estructuras de retención. La Figura 1 indica la metodología para el cálculo del vano regulador.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

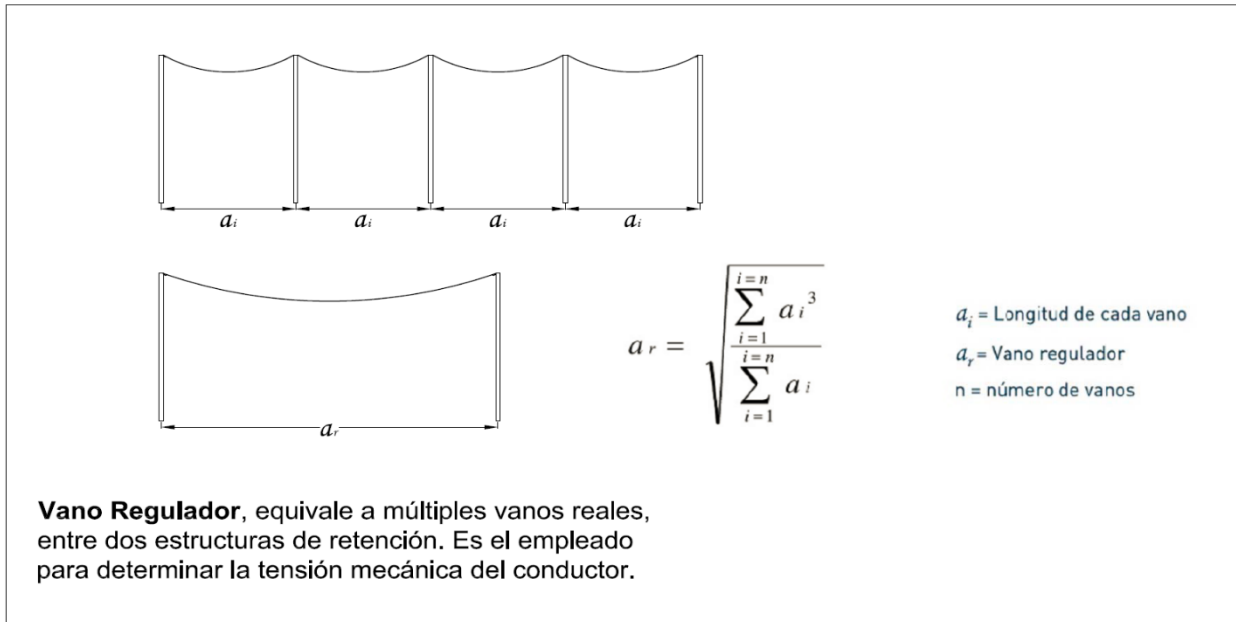


Figura 1. Vano regulador

El cálculo mecánico de las estructuras debe contemplar:

- Definición del tensionado teniendo en cuenta características del conductor, vanos, condiciones meteorológicas y distancias de seguridad,
- Determinación de las curvas de utilización de las estructuras, es decir, los puntos de operación (Vano Viento **VV**, Ángulo α) que pueden soportar y que depende de las cargas a que están sometidos y de la capacidad de la estructura.
- Necesidad de utilizar retenidas.

7.4 SELECCIÓN DEL TENSIONADO

Para la selección adecuada del tensionado es necesario lograr los máximos vanos teniendo en cuenta las restricciones de distancias de seguridad y esfuerzos permitidos para las estructuras.

La restricción básica para la selección del tensionado es el conjunto de distancias de seguridad requeridas como al piso, a obstáculos y entre circuitos de diferentes niveles de tensión, que se presentan en el Artículo 13 del RETIE. Adicionalmente, la distancia vertical mínima desde el primario hasta el poste intermedio debe ser de 1,00 m.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Conociendo los parámetros meteorológicos, los parámetros físicos de los conductores y cables de guarda y estableciendo el conjunto de condiciones limitantes se utiliza la “Ecuación de Cambio de Estado” para encontrar que condición domina el cálculo. Con esta ecuación se calculan las tensiones para condición.

Al implementar la “Ecuación de Cambio de Estado” debe calcular los valores de tensiones y flechas para un vano dado en cierta condición climática. Para hacer el cálculo en esta condición es necesario partir de un estado 1, el cual es la condición dominante para ese vano, a un estado 2 que es la condición climática. Se toma como estado inicial una de las condiciones límite y se calcula la tensión para las otras 2 condiciones, si para estas dos condiciones la tensión está por debajo del límite establecido de manera particular, la condición tomada como estado inicial será la condición dominante y a partir de ella se deben calcular las tensiones para cierto vano de los otros escenarios; si por el contrario, se viola alguna de las tensiones se viola alguna de las tensiones para los condiciones en que se ha establecido un límite, se debe tomar como estado inicial esa condición y a partir de ella calcular las otras dos, convirtiéndose esta en la nueva condición dominante. Sólo con este procedimiento se optimiza el tensionado del conductor evitándose la violación de los límites establecidos.

La ecuación de cambio de estado es:

$$t_2 - t_1 = \frac{1}{\alpha} * \left[\frac{\frac{T_2}{P_2} * \sin h \left(\frac{A}{2 * \frac{T_2}{P_2}} \right)}{\frac{T_1}{P_1} * \sin h \left(\frac{A}{2 * \frac{T_1}{P_1}} \right)} - 1 - \frac{1}{E * S} * (T_2 - T_1) \right]$$

Donde,

- T_1 Tensión horizontal en el estado 1, Condición dominante (kg).
- T_2 Tensión horizontal que se va a calcular (kg).
- S Sección del Conductor (mm²).
- E Módulo de Elasticidad Final (kg/mm²).
- A Vano Regulador (m).
- P_i Peso virtual del conductor en los estados 1 y 2, el cual incluye el efecto del viento según el estado en el que este (kg).
- α Coeficiente de dilatación lineal (1/°C)
- t_i Temperatura en el estado i

Se deben considerar las siguientes condiciones limitantes:



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

- **Tensión diaria promedio (EDS):** Valor óptimo resultante de las simulaciones de plantillado con tensiones entre el 18 y el 22 % de la tensión de rotura del conductor. Estos valores se podrán modificar para casos especiales como entradas a subestaciones o en torres diferentes a las normalizadas, siempre y cuando la tensión diaria promedio tienda a disminuir.
- **Tensión máxima inicial:** La tensión horizontal a temperatura mínima sin viento, no deberá ser mayor del 33% de la tensión de rotura del conductor.
- **Tensión máxima final:** La tensión horizontal a temperatura mínima con viento, no deberá ser mayor del 50% de la tensión de rotura del conductor.

Con el resultado del cálculo de la tensión para un vano determinado se calcula la flecha:

$$C_i = \frac{T_i}{P_i}$$

$$f = C_i * \left(\cosh \frac{A}{2C_i} - 1 \right)$$

Se deben evaluar flechas y tensiones para las siguientes condiciones:

- Condiciones iniciales, sin viento y temperatura mínima promedio (Curva de condiciones iniciales).
- Condiciones finales, viento máximo y temperatura mínima promedio (Condición de máxima tensión).
- Condiciones finales, viento medio y temperatura mínima promedio (Condición de viento medio).
- Condiciones finales, sin viento y temperatura mínima promedio.
- Condiciones finales, sin viento y temperatura promedio (Condición diaria).

De acuerdo con las características de los conductores se adoptan límites máximos para las tensiones horizontales especificadas como porcentaje respecto a la tensión de rotura.

7.4.1 Condiciones Iniciales y Finales

Las condiciones iniciales se deben aplicar a los conductores antes de que haya ocurrido su elongación debido al fenómeno de fluencia del material, simulado por el creep. Luego que el conductor haya estado tensionado durante algunos días, habrá sufrido un gran porcentaje de la deformación no elástica esperada y, por siguiente, reducido su esfuerzo. Estas son las condiciones finales.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

7.4.2 Efecto del Viento

Incluir el efecto del viento dentro de los parámetros de diseño del conductor, se requiere de la verificación de la máxima tensión que lograría el conductor en condiciones finales y al estar sometido al viento máximo esperado durante la vida de la línea, actuando simultáneamente con la temperatura mínima promedio. Este valor no será mayor al 50% de la tensión de rotura del conductor. Para el cable de guarda o neutro se asumirá lo mismo.

La forma de determinar la carga de viento es la siguiente:

$$FTV_C = P_{OC} * C_{XC} * D * G_C * F_{RV}$$

Donde,

- FTV_C Carga transversal del viento sobre el conductor [kg/m].
 P_{OC} Presión dinámica corregida.
 C_{XC} Coeficiente de arrastre del conductor, el cual se toma igual a 1.
 D Diámetro total del conductor [m]
 G_C Factor de respuesta de ráfaga del conductor, varía con el vano viento.
 F_{RV} Factor de reducción del vano viento

Para valores de vano viento, menores o iguales a 250 m, $F_{RV} = 1$, para valores de vano de viento mayores o iguales de 500 m $F_{RV} = 0,7$ y para otros valores de vano viento se evalúa mediante la siguiente expresión:

$$F_{RV} = 1,3 - 0,0012 * V_V$$

$$V_V = \text{Vano Viento}$$

La presión resultante en el punto de aplicación de una estructura, debido a la velocidad del viento, llamada también presión dinámica de referencia, P_o está dada por:

$$P_o = K_p * V^2$$

Donde,

- V Velocidad de viento, en m/s, dada a 10 m sobre el nivel del terreno categoría C.
 K_p Constante que tiene en cuenta tanto la elevación sobre el nivel del mar, como la temperatura ambiente



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

La constante K_p se puede obtener de la siguiente expresión:

$$K_p = 0,603 - 0,0514 * A$$

Donde:

A Altura sobre el nivel del mar expresado en kilómetros.

El anterior valor P_o se corrige para una altura determinada sobre el nivel de suelo, así:

$$P_{oc} = K_x * P_o$$

$$K_x = 2,6 * \left(\frac{Z}{Z_g} \right)^{2/\alpha}$$

Donde,

P_{oc} Presión dinámica corregida [N/m²].

K_x Coeficiente de exposición.

Z Altura sobre el terreno

α Exponente que depende del tipo de terreno, de acuerdo con la Tabla 5.

Z_g Altura de gradiente de cada categoría de terreno, de acuerdo con la Tabla 5.

Donde el tipo de terreno se define de la siguiente manera:

- Terreno Tipo A: Centro de grandes ciudades, con por lo menos el 50% de edificios con altura mayor a 20 m
- Terreno Tipo B: Áreas suburbanas y bosques.
- Terreno Tipo C: Terreno abierto plano, con obstrucciones dispersas. Es la categoría que se debe usar cuando las características del terreno no se ajustan a las descripciones de las demás categorías.
- Terreno Tipo D: Áreas planas sin obstáculos y zonas costeras.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Tabla 5. Parámetros para variación del viento con la altura

Tipo de Terreno	α	Zg
A	3,0	457
B	4,5	366
C	7,0	274
D	10,0	213

La acción simultánea del peso propio del conductor y la carga transversal del viento produce el peso virtual del conductor que se representa por:

$$P_r = \sqrt{(p^2 + FTV_c^2)}$$

Donde,

P_r Peso virtual del conductor que tiene en cuenta la velocidad del viento [kg/m].

p Peso del conductor [kg/m]

7.4.3 Condición Diaria Promedio

La condición diaria se considera como la combinación de condiciones atmosféricas más frecuentes a que estará expuesta la línea durante su vida. Se debe tomar la temperatura media ambiental, sin viento y en condiciones finales.

El diseño de postes de distribución debe ajustarse a esta restricción.

Con una tensión diaria entre el 10% y 12 % de la rotura del conductor se encuentra el resultado óptimo global, en donde no se requiere una mayor tensión para disminuir el número de postes por longitud de alimentador, dadas las limitaciones de altura de los postes.

Para la condición diaria del cable de guarda se asume inicialmente la tensión tal que la flecha de éste sea un porcentaje de la flecha del conductor y se verifica que se cumplan las distancias verticales de seguridad entre conductor y guarda. A partir de este resultado se realiza el proceso iterativo que optimice el valor de esta tensión considerando tanto la resistencia mecánica de la estructura como el apantallamiento que debe dar el guarda al conductor.

Para establecer el límite permitido en la condición inicial se desarrolla un proceso iterativo de tal forma que se optimice el valor de la tensión longitudinal de diseño sin grave incidencia en el plantillado para vanos reguladores bajos, en los cuales esta condición es la dominante. Este proceso consiste



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

simplemente en realizar cambios sobre el porcentaje de tensión máximo permitido para la condición inicial, o condición diaria, si es del caso, y se escoge una combinación de % de tensión inicial y diaria tal que la condición final sea la dominante o que la tensión inicial con respecto a la tensión final con viento máximo sean similares.

Simultáneamente se deben considerar los acercamientos del conductor más bajo hacia el circuito inferior o poste intermedio. Aunque se verifican las flechas en las diferentes condiciones, es en la condición de “Curva Caliente” es decir en condiciones finales, sin viento y temperatura máxima en el conductor donde el acercamiento es importante.

Al final de este proceso se obtienen las flechas y tensiones del conductor.

Los parámetros meteorológicos que influyen en el cálculo de las flechas y tensiones deben ser:

- Velocidad del viento: 100 y 60 km/h
- Temperatura ambiente mínima: 12 °C
- Temperatura ambiente máxima: 40 °C
- Temperatura media: 20 °C
- Temperatura máxima en conductor: 75 °C

7.5 ELABORACIÓN DE LA PLANTILLA

7.5.1 Curva de Flecha Mínima

Es la representación de la curva del conductor a temperatura mínima, en condiciones finales, sin viento.

Mediante la siguiente ecuación de la catenaria, tabule datos de vanos medios hasta un valor de vano medio máximo esperado.

$$f = C_i * \left(\cosh \frac{A}{2C_i} - 1 \right)$$

$$C_i = \frac{T_i}{P_i}$$

Donde,

f flecha, en m.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Se deben utilizar las siguientes escalas: horizontal (vanos): 1:2000; vertical (flechas): 1:500.

7.5.2 Curva de Flecha Máxima

En la representación de la curva del conductor a temperatura máxima, en condiciones finales, sin viento.

Mediante la ecuación de cambio de estado calcule la tensión final del conductor, a temperatura máxima (75°C) sin viento = T_2 (kg).

Realice un procedimiento similar al de la curva de flecha mínima.

7.5.3 Curva de Terreno o de Distancia Mínima a Tierra

A una distancia igual a la distancia mínima a tierra dibuje, por debajo de la curva de flecha máxima, la curva de terreno, o de distancia mínima.

7.5.4 Curva de Apoyos

Seleccione la altura de los apoyos, comenzando inicialmente con postes de 9 metros, y, para un diseño óptimo.

7.5.5 Localización de Apoyos

Sobre el perfil del terreno previamente levantado y dibujado a la misma escala de la plantilla, de acuerdo con la ruta seleccionada, localice los apoyos con la plantilla, mediante la curva de apoyos donde ésta corte con el terreno. Simultáneamente dibuje la curva de flecha máxima del conductor, partiendo del apoyo inicial y cuidando que se respete, a través de la curva de terreno, la distancia mínima a tierra. Respete los puntos de variación de ángulo de deflexión de la red, los cuales son puntos obligados de la misma.

Para terreno con depresiones debe verificarse, con la curva de flecha mínima, si existen esfuerzos de levantamiento sobre algún apoyo. Para calcular este esfuerzo, debe calcularse primero el vano peso que es igual a la suma de las distancias horizontales medidas entre los puntos más bajos del conductor a ambos lados del apoyo. Cuando el punto más bajo de un vano se encuentra al otro lado de la estructura, se dice que el vano peso es negativo. El esfuerzo que existirá, si existe vano peso negativo neto, se calculará como el producto de dicho vano peso negativo, en m, por el peso del conductor, en kg/m.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

7.5.6 Verificación del Vano Regulador

Una vez localizados los apoyos sobre el terreno, debe calcularse el vano regulador real, mediante la fórmula indicada en este capítulo. Si el vano regulador inicial no se encuentra en un rango inferior al 10% del vano regulador real, debe reiniciarse el proceso utilizando ahora el vano regulador real.

7.5.7 Cálculo de Vanos Vientos

Calcule, con base en el perfil de la línea, y para cada apoyo, el vano viento (V_v), el cual se define como la semisuma de los vanos reales adyacentes al apoyo.

La estructura, para un apoyo de retención terminal, se especificará igual que la del apoyo inmediatamente anterior.

Para vanos vientos mayores, debe consultarse con **EMCALI**.

Si al seleccionar el apoyo, no se cumple con esta correspondencia, debe repetirse el proceso con la plantilla, utilizando una altura mayor que sí cumpla con la anterior condición.

7.6 DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES EN UNA ESTRUCTURA

Debe verificarse, para otros diseños no contemplados en esta norma, la distancia mínima entre conductores de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$D = 0,762 * kV + 8 * (0,2117 * S)^{1/2}$$

Donde,

kV	Tensión línea - línea, en kV
S	Flecha, en cm.
D	Separación mínima, en cm.

7.7 OTRAS CONSIDERACIONES

Para redes proyectadas sobre zonas de laderas, debe verificarse la distancia mínima entre el conductor más cercano a la ladera y ésta, mediante el levantamiento de las secciones transversales del terreno en cada apoyo donde esto sucede, con el dibujo, a escala, de la estructura. Si la distancia no se cumple, debe realizarse un ajuste al diseño, bien sea, aumentando de altura los apoyos, o variando la ruta de la red.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

7.8 TENSIONADO EN REDES DE EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

A continuación se determinan las condiciones de tensionado para las redes de media, baja tensión y teléfono que se ubican cada 35 m apoyados en un poste de 9 metros de altura, con 7,5 metros libres.

La selección del tensionado dependerá de la distancia al circuito 13,2 kV o de 34,5 kV y/o de teléfono si comparte estructura. Teniendo en cuenta esto y que la distancia de seguridad es de 0,7 metros, las redes de baja tensión tienen flechas pequeñas, tal como se presenta en la Tabla 6. *Tabla 6. Tensionado de conductores de media, baja tensión y red telefónica*

Tabla 6. Tensionado de conductores de media, baja tensión y red telefónica

Conductor	T _{diaria} %	T _{inicial} %	Flecha (m) ⁽¹⁾
Media Tensión:			
2 AWG - ACSR	10	14	0,64
1/0 AWG - ACSR	10	14	0,68
266,8 kcmil - ACSR	10	14	0,84
477 kcmil - ACSR	10	14	0,96
Baja Tensión:			
4 AWG - Pre-ensamblado	20	26	0,16
1/0 AWG - Pre-ensamblado	15	20	0,52
4/0 AWG - Pre-ensamblado	15	20	0,98
Teléfono			
200 Pares	10	14	1,17

(1) Flecha en condiciones de máxima temperatura

En la Tabla 7, se presentan las condiciones de tensionado para los conductores de redes de media tensión, baja tensión y teléfono.

Tabla 7. Tensiones de diseño

Nombre	Calibre (kcmil o AWG)	Tensión de Diseño
WaxWing	266,8 kcmil - ACSR	312,1
Raven	1/0 AWG - ACSR	194
Sparrow	2 AWG - ACSR	129
4/0 AWG Pre-ensamblado	4/0 AWG - XLPE	127



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Nombre	Calibre (kcmil o AWG)	Tensión de Diseño
1/0 AWG Pre-ensamblado	1/0 AWG - XLPE	125
4 AWG Pre-ensamblado	4 AWG - XLPE	166
Teléfono 200 Pares		522

Es de resaltar la importancia que durante el proceso de instalación se busque que los vanos sean iguales para las redes que se soportan en los postes intermedios para evitar desbalances longitudinales de carga que pueden afectarlos.

7.9 TENSIONES Y FLECHAS

A continuación se presentan las tablas de tensiones correspondientes a cada tipo de conductor, con relación a los vanos y las condiciones de temperatura y vientos.

Tabla 8. Flechas y tensiones conductor de fase ACSR calibre 2 AWG condición de tensión diaria del 10%

Vano	CI, V=0, Tmin	CF, Vmax, Tmin	CF, Vmed, Tmin	CF, V=0, Tmed, EDS	CF, V=0, Tmin	CF, V=0, Tmax
Tensión (daN)						
25	180,98	126,94	123,43	103,26	123,18	23,86
50	180,98	142,79	134,05	118,43	133,41	44,87
75	177,95	154,87	141,68	129,27	140,69	62,74
100	162,82	155,26	138,44	129,27	137,17	75,72
125	152,54	155,52	136,34	129,27	134,89	85,81
150	145,97	155,69	134,98	129,27	133,42	93,65
175	141,73	155,81	134,07	129,27	132,43	99,76
200	138,88	155,9	133,43	129,27	131,75	104,57
225	136,89	155,96	132,98	129,27	131,26	108,39
250	135,46	156,01	132,65	129,27	130,91	111,44
Flecha (m)						
25	0,06	0,1	0,09	0,1	0,09	0,44
50	0,23	0,36	0,32	0,36	0,32	0,95
75	0,54	0,75	0,68	0,74	0,68	1,52
100	1,04	1,32	1,24	1,31	1,24	2,24
125	1,74	2,06	1,97	2,05	1,97	3,09



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Vano	CI, V=0, Tmin	CF, Vmax, Tmin	CF, Vmed, Tmin	CF, V=0, Tmed, EDS	CF, V=0, Tmin	CF, V=0, Tmax
150	2,62	2,97	2,87	2,96	2,86	4,08
175	3,67	4,03	3,94	4,02	3,93	5,21
200	4,89	5,27	5,16	5,26	5,16	6,5
225	6,28	6,66	6,56	6,65	6,55	7,93
250	7,84	8,22	8,12	8,21	8,11	9,52

Tabla 9. Flechas y tensiones conductor de fase ACSR calibre 4/0 AWG condición de tensión diaria del 10%

VANO	CI, V=0, Tmin	CF, Vmax, Tmin	CF, Vmed, Tmin	CF, V=0, Tmed, EDS	CF, V=0, Tmin	CF, V=0, Tmax
Tensión (daN)						
25	530,25	355,77	351,49	292	351,2	74,03
50	530,25	399,75	389,66	346,15	388,96	139,23
75	515,19	426,05	411,23	378,75	410,2	193,6
100	467,84	419,23	400,97	378,75	399,7	232,2
125	438,67	415,01	394,74	378,75	393,32	261,55
150	421,08	412,35	390,85	378,75	389,35	283,9
175	410,05	410,59	388,31	378,75	386,76	301,02
200	402,78	409,38	386,58	378,75	385	314,27
225	397,75	408,53	385,35	378,75	383,75	324,63
Flecha (m)						
25	0,06	0,1	0,1	0,12	0,1	0,46
50	0,26	0,36	0,35	0,39	0,35	0,97
75	0,59	0,76	0,74	0,8	0,74	1,57
100	1,16	1,38	1,36	1,43	1,35	2,33
125	1,93	2,18	2,15	2,23	2,15	3,23
150	2,89	3,16	3,13	3,22	3,13	4,29
175	4,04	4,32	4,29	4,38	4,29	5,51
200	5,38	5,66	5,63	5,72	5,63	6,89
225	6,89	7,18	7,15	7,24	7,14	8,44



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Tabla 10. Flechas y tensiones conductor de fase ACSR calibre 266,8 kcmil condición de tensión diaria del 10%

Vano	CI, V=0, Tmin	CF, Vmax, Tmin	CF, Vmed, Tmin	CF, V=0, Tmed, EDS	CF, V=0, Tmin	CF, V=0, Tmax
	Tensión (daN)					
25	436,9	208,19	200,08	167,29	199,51	62,69
50	436,9	282,38	269,09	242,98	268,16	119,03
75	477,48	354,19	336,79	312,07	335,56	172,19
100	407,6	348,09	328,11	312,07	326,71	204,55
125	371,67	344,69	323,39	312,07	321,9	228,24
150	352,46	342,67	320,61	312,07	319,07	245,65
175	341,22	341,39	318,86	312,07	317,29	258,57
200	334,11	340,53	317,7	312,07	316,11	268,31
	Flecha (m)					
25	0,08	0,17	0,17	0,2	0,17	0,54
50	0,31	0,52	0,5	0,55	0,5	1,13
75	0,63	0,93	0,9	0,97	0,9	1,76
100	1,32	1,67	1,65	1,73	1,65	2,63
125	2,26	2,64	2,62	2,7	2,61	3,69
150	3,44	3,82	3,8	3,88	3,8	4,93
175	4,83	5,23	5,2	5,28	5,2	6,38
200	6,45	6,84	6,82	6,9	6,81	8,03

7.10 CURVAS DE TENDIDO

Las curvas de tendido deben presentar la información necesaria para que el constructor de una línea haga el tendido del conductor. Así pues, solo existen dos formas de controlar que el cable quede instalado de acuerdo a las tensiones que se previeron en el diseño del alimentador o línea, una es verificando el valor de la tensión aplicada (Dinamómetro) y otra es controlando la flecha del conductor (teodolito o nivel). Los valores que se dan en las curvas de tendido se deben presentar para condiciones iniciales del conductor y para diferentes temperaturas, así como para cada vano regulador. El constructor debe verificar la temperatura del conductor y aplica la tensión calculada para el vano regulador del caso.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Conociendo el conductor, la temperatura ambiente en el momento y el vano regulador, a partir de las gráficas de tendido se obtiene la tensión y/o flecha equivalente a la que debe quedar sometido el conductor en condiciones iniciales.

Las curvas de tendido de los diferentes conductores para media y baja tensión y teléfono se obtienen utilizando la ecuación de cambio de estado para diferentes valores de temperatura ambiente (12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 y 40 °C)

8 CURVAS DE UTILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS

La carga de rotura del poste se toma a 0,20 m de la punta y debe ser mayor que la carga producida por el momento total generado por las cargas que actúan sobre el poste. La carga de rotura se debe tomar como la carga de trabajo afectada por un factor de 2,5, o la carga de diseño afectada por un factor de 1,5 (Diseño $\approx$ 1,65 Trabajo). Así por ejemplo, un poste con carga de rotura de 510 kg tendría una carga de trabajo de 204 kg y una carga de diseño de 340 kg.

Como se ha dicho, el poste debe soportar los momentos generados por las diversas cargas:

$$M_r \geq M_{VP} + M_{VC} + M_{VT} + M_{VA} + M_{ang} + MCV_a + MCV_c + MCV_t$$

Donde,

M_r	Momento que resiste el poste.
M_{VP}	Momento debido a la carga de viento sobre el poste.
M_{VC}	Momento debido a la carga de viento sobre los conductores.
M_{VT}	Momento debido a la carga de viento sobre el transformador.
M_{VA}	Momento debido a la carga de viento sobre los aisladores.
MCV_a	Momento debido a las cargas verticales peso de aisladores y herrajes
MCV_c	Momento debido a cargas verticales peso de conductores.
MCV_t	Momento debido al peso del transformador.
M_{ang}	Momento debido a la carga de ángulo.

$$M_{ang} = R * H_2$$

$$R = 2 * T_{max} * \sin \frac{a}{2}$$

$$M_{ang} = 2 * T_{max} * \sin \frac{a}{2} * H_2$$



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

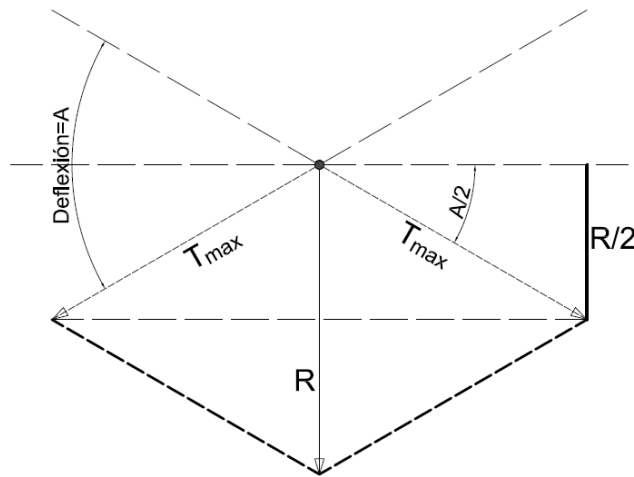


Figura 2. Momento angular

Los momentos se calculan para las cargas últimas o de diseño, es decir las de trabajo afectado por los factores de seguridad.

Estos factores son:

- Rotura del Poste: se considera un factor de 2,5.
- Viento en el poste: su valor es 1,0 (también para viento en transformador)
- Viento en conductor: 2,0, de acuerdo con las prácticas de diseño actuales y que tiene en cuenta los niveles de confiabilidad de la estructura y la probabilidad de ocurrencia de vientos extremos.
- Viento en aisladores: 2,0
- Carga de ángulo: 1,4
- Cargas verticales: 1,1 que tiene en cuenta el efecto de la catenaria, herrajes y componentes verticales de vientos leves.

Las cargas de trabajo de una estructura corresponden a las cargas resultantes del cálculo determinístico de cada una de ellas. Los factores de sobrecarga corresponden al grado de incertidumbre existente en el valor de cada carga, tales como las aproximaciones de los cálculos (cargas longitudinales, cargas transversales de ángulo y verticales del conductor) o como incertidumbre



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

en la velocidad de viento, cuyo factor de sobrecarga debe obedecer a un diseño centrado en la confiabilidad (riesgo).

Para evitar confusiones, se denominan factores de sobrecarga a los adoptados para contemplar las incertidumbres de las cargas, mientras que se llaman factores de seguridad a los aplicados para contemplar las incertidumbres del comportamiento de los materiales.

Así, el diseño debe cumplir:

$$f_{seguridad} * r_{elemento} * C_{trabajo}$$

- Con factor de seguridad <1 y factor de sobrecarga >1 .

$$C_{diseño} = f_{sobrecarga} * C_{trab}$$

- Esta carga de diseño es para la cual se diseña el elemento o estructura.

Para los cálculos de cargas de viento se utiliza la velocidad máxima promedio (60 km/h), y la velocidad básica (100 km/hora) y para la carga transversal de ángulo se utiliza la máxima tensión que ocurre en el conductor de acuerdo con las curvas de flechas y tensiones.

9 CARGAS EN LAS ESTRUCTURAS Y SOPORTES

Las cargas que actúan sobre las estructuras de las líneas aéreas y sobre el material usado para soportar los conductores y cables de guarda se calculan como sigue:

9.1 CARGA VERTICAL

La carga vertical sobre cimientos, postes, torres, crucetas, aisladores y accesorios de sujeción de los conductores y cables de guarda, se deberá considerar como el peso propio de éstos más el de los conductores, cables de guarda y equipo que soporten, teniendo en cuenta los efectos que puedan resultar por diferencias de nivel entre los soportes de los mismos.

9.2 CARGA TRANSVERSAL

La carga transversal debida al viento, soplando horizontalmente y en ángulo recto a la dirección de la línea, sobre la estructura, conductores, cables de guarda y accesorios. La carga transversal sobre la estructura, debida al viento que actúa sobre los conductores y cable de guarda, se deberá calcular tomando en consideración el “vano viento” que se define como la semisuma de los vanos adyacentes a la estructura considerada.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

De este modo la carga transversal por conductores y cables de guarda, es igual al vano viento multiplicado por su carga unitaria debida al viento; entendiéndose por carga unitaria del viento, el producto de la presión del viento, por el área unitaria proyectada del conductor o cable de guarda. La carga de viento sobre postes debe calcularse considerando su área proyectada, perpendicular a la dirección del viento.

Cuando la línea cambia de dirección, la carga transversal resultante sobre la estructura, se debe considerar igual al vector suma de la resultante de las componentes transversales de las tensiones mecánicas máximas en los conductores y cables de guarda, originada por el cambio de dirección de la línea, más la carga debida a la acción del viento actuando perpendicularmente sobre todos los cables y sobre la estructura.

Carga transversal debida al ángulo de deflexión de la línea.

9.3 CARGA LONGITUDINAL

Es la debida a las componentes de las tensiones mecánicas máximas de los conductores o cables, ocasionadas por desequilibrio a uno y otro lado del soporte, ya sea por cambio de tensión mecánica, remate o ruptura de los mismos. En general, no es necesario considerar carga longitudinal en los soportes comprendidos en tramos rectos de línea, donde no cambia la tensión mecánica de los conductores y cables de guarda a uno y otro lado de los soportes, excepto en el caso de estructuras de remate en tangente.

9.4 APLICACIÓN SIMULTÁNEA DE CARGAS

En la aplicación simultánea de cargas deberá considerarse lo siguiente:

- a) Al calcular la resistencia a las fuerzas transversales, se supondrá que las cargas vertical y transversal actúan simultáneamente.
- b) Al calcular la resistencia a las fuerzas longitudinales para la aplicación de retenidas, no se tomarán en cuenta las cargas vertical y transversal;
- c) En casos en que sea necesario, deberá hacerse un análisis de resistencia tomando en cuenta la aplicación simultánea de las cargas vertical, transversal y longitudinal.

Para un mismo vano y un poste de las mismas características, las estructuras en doble pin (ángulo) logran ángulos del doble de las de pin sencillo (suspensión). Sin embargo, se requiere de la utilización de una retenida que contrarreste la carga de ángulo adicional.

Cuando se utiliza una retenida, éste se diseña tal que absorba la carga de ángulo, de manera que en este caso para la curva de utilización de la estructura se tiene:



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

$$M_r \geq M_{VP} + M_{VC} + M_{VT} + M_{VA} + MCV_a + MCV_c + MCV_t$$

Permitiendo que el poste requerido tenga los mismos requerimientos que si no existiera el ángulo.

Adicionalmente, no es recomendable utilizar transformadores en postes que tengan ángulo de deflexión o si lo hay éste es muy pequeño.

Las estructuras de doble terminal deben soportar cargas de ángulo fuertes así como desbalance de cargas longitudinales debidas a la diferente longitud de los vanos adyacentes. Estas estructuras deben llevar retenidas que contrarresten dichas cargas. Las estructuras terminales también llevan retenidas para soportar el tiro longitudinal hacia la siguiente estructura. Adicionalmente, para estructuras de doble terminal o terminal se debe emplear postes de mayor carga de rotura para reducir el número y tamaño de las retenidas.

Las curvas de utilización indican la capacidad de carga transversal dada por el vano y el ángulo de deflexión, pero las estructuras está además limitadas por las flechas que presentan los conductores.

9.5 CRITERIOS GENERALES PARA LA UTILIZACIÓN DE RETENIDAS

Para las redes de distribución se deben implementar postes autosoportados los cuales no requieran el uso de retenidas, sin embargo en los casos que no sea posible, y se requieran hacer el uso de retenidas se deben considerar los siguientes criterios:

Se restringen la instalación de retenidas directas a tierra en: esquinas de calles o vías y en zonas donde interfieren con el tráfico peatonal o movilidad automotor.

Las retenidas deben quedar en lo posible alineadas con la bisectriz del ángulo proyectado que forma el eje de la red de distribución.

Los postes soportan fuertes cargas verticales más no fuertes cargas horizontales. Cuando éstos quedan cargados con esfuerzos horizontales permanentes deben ser contrarrestadas mediante la adecuada instalación de retenidas.

Como criterio que garantiza la estabilidad de la obra civil y disminuye el costo de las cimentaciones, se propone que todo poste que esté sometido a cargas de ángulo y/o diferencia de tensiones longitudinales entre vanos adyacentes (postes de retención), deberá contar con retenidas que asuman totalmente las fuerzas horizontales permanentes.

La ubicación y el número de retenidas dependerá del tipo de poste en cuestión, suspensión o retención y, principalmente, de las cargas horizontales que los conductores le impongan, de acuerdo con el tipo de arreglo particular que caracterice a cada estructura (combinación de media y baja tensión y amarre de cables telefónicos).



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Para un poste de suspensión (con cadenas de suspensión en abanico, no con aisladores tipo pin), que es típico en zona rural y no en zona urbana, con ángulo de deflexión, permitido por las distancias eléctricas mínimas, es posible implementar una retenida en sentido longitudinal de la bisectriz del ángulo formado por la línea, tal y como se ilustra en la Figura 3.

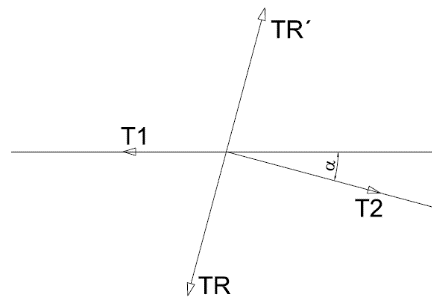


Figura 3. Colocación de retenida para estructura en suspensión

Por otra parte, para un poste de retención se instalarán retenidas de tal forma que éstos contrarresten totalmente la tensión horizontal de los conductores y cable de guarda para cada vano adyacente a la estructura en cuestión. Esta configuración se presenta en la Figura 4. Obsérvese que cada juego de retenidas, representados en esta figura por T_{R1} y T_{R2} , se encuentra desplazado θ grados hacia la bisectriz del ángulo de deflexión de la línea con respecto a la proyección del vector de tensión correspondiente (T_1 y T_2). Este criterio da mayor seguridad a la estabilidad total de la estructura por contar con una componente adicional de respaldo para cada conjunto de fuerzas horizontales existentes. El ángulo θ se modulará dependiendo de los valores de ángulo de deflexión (α) de los postes y del espacio físico para la instalación de las retenidas.

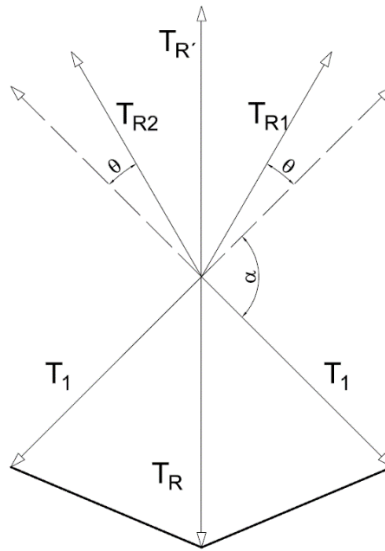


Figura 4. Colocación de retenida para estructura en retención

Considerando el poste cuyo corte transversal se presenta en la Figura 5.

Donde,

- T_t Tensión total en la retenida (kg).
- T_{th} Componente horizontal de la tensión en la retenida (kg), aplicada a una altura h_t (m).
- T_{tv} Componente vertical de la tensión en la retenida (kg).
- T_1 Tensión total resultante en conductores superiores (kg), aplicada a una altura h_1 (m).
- T_2 Tensión total resultante en conductores intermedios (kg), aplicada a una altura h_2 (m).
- T_3 Tensión total resultante en conductores inferiores (kg), aplicada a una altura h_3 (m).
- T_g Tensión total resultante - cable de guarda o neutro (kg), aplicada a una altura h_g (m).
- L Distancia a la que se encuentra enterrado la retenida (m).



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

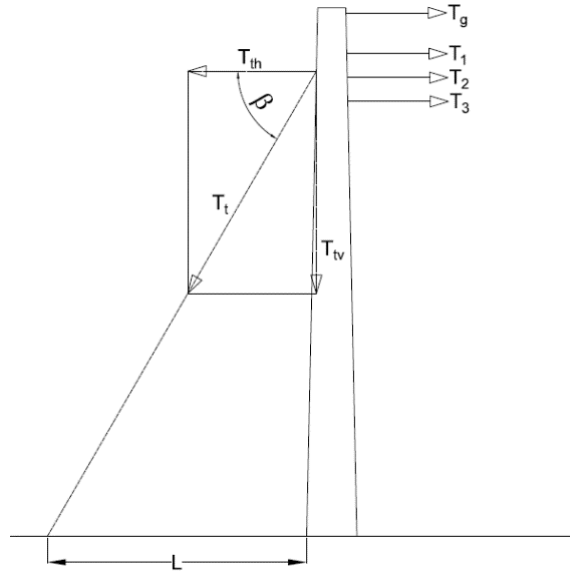


Figura 5. Corte transversal de poste con retenida

La retenida se dimensiona considerando el balance de momentos de torsión, de tal manera que:

$$T_{th} * h_t = (T_1 * h_1 + T_2 * h_2 + T_3 * h_3 + T_g * h_g) * f_s$$

$$T_t = \frac{T_{th}}{\cos \beta}$$

Donde,

- T_{th} Tensión mínima de resistencia del conjunto de vientos (Retenidas).
- T_i Tensión horizontal del conductor i, incluyendo factor de sobrecarga (1,2).
- h_i Altura de aplicación de la tensión producida por el conductor i.
- F_s Factor de seguridad por dispersión de las características de los materiales (1,1).
- h_t Altura total libre del poste.

Idealmente las retenidas se deben colocar a la misma altura a la que se encuentran las cargas o conjuntos de cargas, por lo cual se tendría posiblemente gran cantidad de retenidas. Para reducir el número de retenidas éstas se pueden colocar en un punto intermedio entre los conjuntos de cargas, revisando el momento generado alrededor del punto de amarre de la retenida.

Esto es:



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

$$M = (T_1 * (h_1 - h_t) + T_2 * (h_2 - h_t) + T_3 * (h_3 - h_t) + T_g * (h_g - h_t))$$

En donde, M debe ser menor al momento resistente del poste.

Para el caso de dos niveles de red aérea desnuda más primario y secundario aislado se debe colocar una retenida para absorber los dos niveles superiores y otro viento para absorber las cargas de los conductores aislados. En los postes intermedios de 9 metros no se colocan retenidas ya que no hay ángulo de deflexión y los vanos son iguales.

9.6 TIPOS DE RETENIDAS

Las retenidas se utilizan para compensar fuerzas producidas por tensiones mecánicas de conductores y, en consecuencia, su dirección será opuesta a la fuerza resultante debida a la tensión de dichos conductores. Se utilizan las siguientes retenidas:

9.6.1 Retenidas Directa a Tierra

Está conformada básicamente por un cable tensor de acero de extra alta resistencia (una rienda) y su correspondiente anclaje, éste último mediante varilla de acero y zapata de concreto. (Ver planos en la Norma de Construcción).

9.6.2 Retenida a Perfil Metálico en U

Conformada por un cable tensor de acero de extra alta resistencia (una rienda), soportado a una estructura o perfil metálico en U, que le sirve de anclaje. (Ver planos en la Norma de Construcción).

9.6.3 Retenida Pie de Amigo

Compuesta por un poste de concreto, que se apoya a través de una grapa metálica al poste para retenerlo. (Ver planos en la Norma de Construcción).

9.6.4 Retenida Poste a Poste

Está compuesta por un cable tensor de acero de extra alta resistencia (una rienda) instalado entre dos postes contiguos. (Ver planos en la Norma de Construcción).

Las retenidas directas, con perfil y poste a poste, por seguridad deben estar eléctricamente aisladas con aisladores cerámicos tipo tensor de acuerdo a norma ANSI C29.4, Para baja tensión Clase 54-1, para nivel de tensión de 13,2 kV Clase 54-3 y para nivel de tensión 34,5 kV la clase es de 54-4.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

9.7 SELECCIÓN RETENIDAS

Las retenidas directas a tierra, a perfil metálico en U, pie de amigo y poste a poste se seleccionan según los siguientes criterios:

9.7.1 Retenida Directa a Tierra

Se utiliza en todos aquellos casos donde se disponga del espacio suficiente (7 metros.) para su instalación y su localización no ocasione conflictos a su entorno.

9.7.2 Retenida a Perfil Metálico en U

Su utilización está restringida a aquellos casos en los que por falta de espacio (3 metros.), o por conflictos en su entorno, no se pueda instalar una retenida directa a tierra.

9.7.3 Retenida Pie de Amigo

Se utiliza en aquellos casos en los que por falta de espacio no se pueden utilizar retenidas directas a tierra ni a perfil metálico en U, con excepción de aquellos postes con conjuntos terminal o doble terminal en alineamiento, es decir, sin ángulo de deflexión. Su localización es contraria y opuesta a la de las anteriores retenidas.

9.7.4 Retenida Poste a Poste

Se puede utilizar en los siguientes casos:

- Para retener dos tendidos entre sí, cuyos apoyos (postes) están contiguos y las redes en alineamiento.
- En aquellos casos en los que por falta de espacio, no se puede soportar la red mediante retenidas directa a tierra o a perfil metálico en U, trasladando la retención, a un sitio que lo permita más adelante.

Llevarán retenidas todos los conjuntos en redes aéreas secundarias, excepto en los conjuntos corridos y dobles terminales con ángulos de deflexión tolerables, que los esfuerzos sean compensados y no corran el riesgo de volcamiento o arrancamiento de los postes.

Llevarán retenida todos los conjuntos primarios (excepto en los circuitos que sirven de enlace entre subestaciones), con excepción de los conjuntos con suspensión (corridos) o retención a un nivel (doble terminal) con ángulos menores o iguales a los especificados en las curvas de utilización, cuando se hacen uso de postes autosoportados.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

Para el cálculo de las curvas de utilización indicadas se aplicaron los esfuerzos producidos por los elementos enunciados en cada una de ellas, en el resto de los casos se deberán tener en cuenta las cargas adicionales aplicadas a los apoyos según sean las condiciones particulares.

10 ROTULADO Y SEÑALIZACIÓN

10.1 ROTULADO

Los postes que sean implementados en redes de distribución, deberán estar rotulados con sello estampado en bajo relieve en el mismo concreto, a una altura no menor a 3 metros de la base, no se permitirá la aplicación en adhesivos, debe cumplir con lo indicado en el RETIE y la NTC-1329, conteniendo la siguiente información:

- Nombre o razón social del fabricante.
- Año de fabricación.
- Logo o Nombre de **EMCALI**.
- Longitud del Poste.
- Esfuerzo Nominal de Rotura en kg.
- Marcación a 3 metros de la base.

Adicional a lo anterior debe cumplir las medidas que se establecen en la siguiente figura:

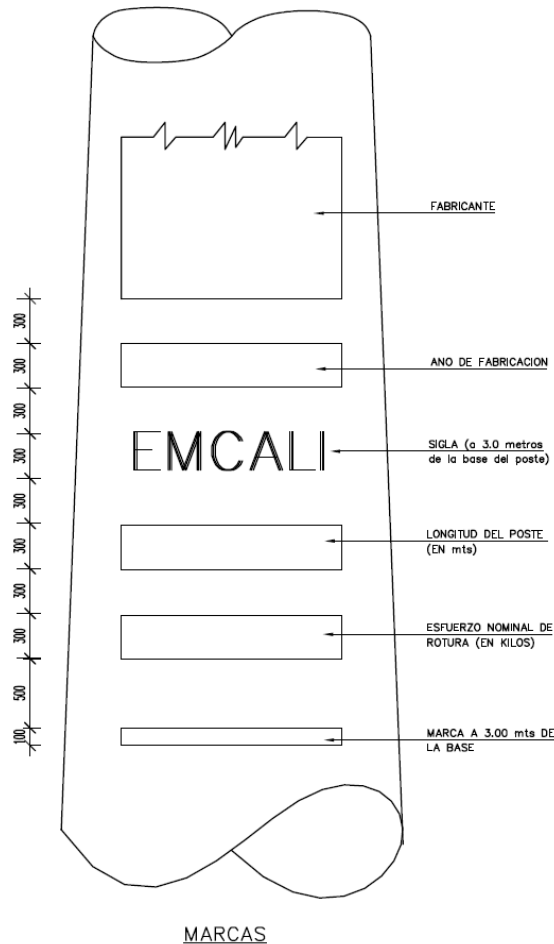


Figura 6. Marcación en poste

10.2 SEÑALIZACIÓN

Todos los postes deben ser señalizados con al menos las siguientes identificaciones:

Centro de Gravedad: se señala con una franja de 3 centímetros de ancho en el sitio que corresponde al centro de gravedad, con pintura indeleble de color rojo que cubra todo el perímetro de la sección transversal.

Profundidad de Empotramiento: se señala con una franja de 3 centímetros de ancho en el sitio que corresponde a la distancia de empotramiento del poste, longitud que depende de la altura del poste, con pintura indeleble de color verde que cubra todo el perímetro de la sección transversal.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1

11 ANEXO No. 1 – SELECCIÓN DE POSTES PARA REDES DE MEDIA TENSIÓN

Localización / Sector	Red Tipo	Conductor Red Media Tensión	Tipo de Conjunto Red de Media Tensión		Red de Baja Tensión	Otros Servicios; comunicación	Considerando equipos de maniobra o de potencia	Especificación de Apoyo en Concreto (m x kg)	
REDES EN ZONAS URBANAS V.V.M.P.: Primario=60m V.V.M.: Secundario=30m	Red Aérea Desnuda	#2 AWG Centro o Bandera #1/0 AWG Centro	Suspensión (Sin Retenida de 0° a 3°; Con Retenida de 3° a 30°)	No cercano a cruces de otras redes		En conductor calibre 4/0 AWG, Pre-ensamblado Luminaria hasta 100W - LED	Un circuito de comunicación		12x510
				Cercanos a cruce por debajo					12x510
				Cercanos a cruce por encima					12x510
			Retención (Sencillo o Doble - Con Retenida - >3°; Doble Terminal - Sin Retenida - <3°)	1 Nivel	No cercano a cruces				12x750
					Cercano a cruce por debajo				12x750
					Cercano a cruce por encima				12x750
			2 Niveles					12x1050	
		#1/0 AWG Bandera	Suspensión (Sin Retenida de 0° a 3°; Con Retenida de 3° a 30°)	No cercano a cruces de otras redes		En conductor calibre 4/0 AWG, Pre-ensamblado Luminaria hasta 100W - LED	Dos circuitos de comunicación		14x750
				Cercanos a cruce por debajo					14x750
				Cercanos a cruce por encima					14x750
			Retención (Sencillo o Doble - Con Retenida - >3°; Doble Terminal - Sin Retenida - <3°)	1 Nivel	No cercano a cruces			Transformador poste < 112,5 kVA o Reconectador con equipo de control	14x750
					Cercano a cruce por debajo				14x750
					Cercano a cruce por encima				16x750
			2 Niveles						
		#266,8 kcmil	Suspensión (Sin Retenida de 0° a 3°; Con Retenida de 3° a 30°)	No cercano a cruces de otras redes		En conductor calibre 4/0 AWG, Pre-ensamblado Luminaria hasta 100W - LED	Dos circuitos de comunicación		14x750
				Cercanos a cruce por debajo					14x750
				Cercanos a cruce por encima					14x750
			Retención (Sencillo o Doble - Con Retenida - >3°; Doble Terminal - Sin Retenida - <3°)	1 Nivel	No cercano a cruces			Transformador poste < 150 kVA o Reconectador con equipo de control	14x1050
					Cercano a cruce por debajo				14x1050
					Cercano a cruce por encima				16x1050
			2 Niveles						
		#477 kcmil	Suspensión (Sin Retenida de 0° a 3°; Con Retenida de 3° a 30°)	No cercano a cruces de otras redes		En conductor calibre 4/0 AWG, Pre-ensamblado Luminaria hasta 100W - LED	Dos circuitos de comunicación		14x1050
				Cercanos a cruce por debajo					14x1050
				Cercanos a cruce por encima					14x1050
			Retención (Sencillo o Doble - Con Retenida - >3°; Doble Terminal - Sin Retenida - <3°)	1 Nivel	No cercano a cruces			Transformador poste < 150 kVA o Reconectador con equipo de control	14x1350
					Cercano a cruce por debajo				14x1350
					Cercano a cruce por encima				16x1350
			2 Niveles						
REDES EN ZONAS RURALES V.V.M.P.: Primario=100m V.V.M.: Secundario=50m	Red Aérea Desnuda	#2 AWG Centro o Bandera #1/0 AWG Centro	Suspensión (Sin Retenida de 0° a 3°; Con Retenida de 3° a 30°)	No cercano a cruces de otras redes		En conductor calibre 4/0 AWG, Pre-ensamblado Luminaria hasta 100W - LED	Un circuito de comunicación		12x510
				Cercanos a cruce por debajo					12x510
				Cercanos a cruce por encima					12x510
			Retención (Sencillo o Doble - Con Retenida - >3°; Doble Terminal - Sin Retenida - <3°)	1 Nivel	No cercano a cruces				12x750
					Cercano a cruce por debajo				12x750
					Cercano a cruce por encima				12x750
			2 Niveles					12x1050	
		#1/0 AWG Bandera	Suspensión (Sin Retenida de 0° a 3°; Con Retenida de 3° a 30°)	No cercano a cruces de otras redes		En conductor calibre 4/0 AWG, Pre-ensamblado Luminaria hasta 100W - LED	Dos circuitos de comunicación		14x750
				Cercanos a cruce por debajo					14x750
				Cercanos a cruce por encima					14x750
			Retención (Sencillo o Doble - Con Retenida - >3°; Doble Terminal - Sin Retenida - <3°)	1 Nivel	No cercano a cruces			Transformador poste < 112,5 kVA o Reconectador con equipo de control	14x750
					Cercano a cruce por debajo				14x750
					Cercano a cruce por encima				16x750
			2 Niveles						
		#266,8 kcmil	Suspensión (Sin Retenida de 0° a 3°; Con Retenida de 3° a 30°)	No cercano a cruces de otras redes		En conductor calibre 4/0 AWG, Pre-ensamblado Luminaria hasta 100W - LED	Dos circuitos de comunicación		14x750
				Cercanos a cruce por debajo					14x750
				Cercanos a cruce por encima					14x750
			Retención (Sencillo o Doble - Con Retenida - >3°; Doble Terminal - Sin Retenida - <3°)	1 Nivel	No cercano a cruces			Transformador poste < 150 kVA o Reconectador con equipo de control	14x1050
					Cercano a cruce por debajo				14x1050
					Cercano a cruce por encima				16x1050
			2 Niveles						
		#477 kcmil	Suspensión (Sin Retenida de 0° a 3°; Con Retenida de 3° a 30°)	No cercano a cruces de otras redes		En conductor calibre 4/0 AWG, Pre-ensamblado Luminaria hasta 100W - LED	Dos circuitos de comunicación		14x1050
				Cercanos a cruce por debajo					14x1050
				Cercanos a cruce por encima					14x1050
			Retención (Sencillo o Doble - Con Retenida - >3°; Doble Terminal - Sin Retenida - <3°)	1 Nivel	No cercano a cruces			Transformador poste < 150 kVA o Reconectador con equipo de control	14x1350
					Cercano a cruce por debajo				14x1350
					Cercano a cruce por encima				16x1350
			2 Niveles						



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 3. REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS DESNUDAS EN MEDIA Y
BAJA TENSIÓN

LT 2020

VERSIÓN: 1