

NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Capítulo 6. REDES ÁEREAS DE MEDIA TENSIÓN

MA-DI-02-002-001

29/11/2023 Versión 45.0



Grupo•epm®

**MACROPROCESO: DISTRIBUCIÓN
PROCESO: INGENIERÍA
SUBPROCESO: NA**

Este documento es confidencial y para uso exclusivo de CHEC S.A. E.S.P.

VERSIÓN NO.	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	MOTIVO	CAP. Y PÁG. AFECTADA
		Ver Cap. 1 Presentación y Objetivos		

	ELABORÓ/MODIFICÓ	REVISÓ	APROBÓ
CARGO:	CET	Comité de Normas	Comité de Normas
NOMBRE:	CET	Comité de Normas	Comité de Normas
FECHA:	29/11/2023	29/11/2023	29/11/2023

CHEC. Todos los derechos reservados. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación expresa de CHEC

TABLA DE CONTENIDO

6.	REDES AEREAS DE MEDIA TENSIÓN	4
6.1.	TIPOS DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN.....	4
6.1.1.	LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 33 kV	4
6.1.2.	LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 13.2 kV	4
6.2.	CRITERIOS DE DISEÑO	5
6.3.	APOYOS PRIMARIOS	7
6.3.1.	TIPOS DE APOYOS	7
6.3.1.1.	LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 33 KV.....	8
6.3.1.2.	LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 13.2 KV.....	8
6.3.2.	DISTANCIAS ELÉCTRICAS MÍNIMAS	9
6.3.2.1.	DISTANCIA VERTICAL	10
6.3.2.2.	DISTANCIA HORIZONTAL.....	11
6.3.2.3.	DISTANCIA A CRUCETAS, HERRAJES O PUESTAS A TIERRA	12
6.3.2.4.	Distancia mínima de seguridad en cruces de líneas.....	13
6.3.2.5.	CRUCES CON LAS LINEAS TELEFÓNICAS.....	13
6.3.2.6.	TENDIDO DE CABLES PARALELOS	14
6.3.2.7.	CORRECCIÓN DE LAS DISTANCIAS POR VARIACIÓN DE LA DENSIDAD DEL AIRE ..	14
6.3.2.8.	DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE CONDUCTORES EN LA MISMA ESTRUCTURA	15
6.3.3.	LOCALIZACIÓN DE APOYOS	16
6.3.3.1.	ZONAS URBANAS.....	16
6.3.3.2.	ZONAS RURALES	16
6.3.4.	FUNDACIÓN	17
6.3.5.	PINTURA	19
6.3.6.	SEÑAL DE PELIGRO PARA TORRES	19
6.3.7.	IDENTIFICACIÓN CON CÓDIGO EN EL SISTEMA GEOREFERENCIADO DE INFORMACIÓN DE REDES	19
6.3.8.	INTERDISTANCIA DE APOYOS PRIMARIOS.....	20
6.4.	AISLAMIENTO	24
6.4.1.	TIPO DE AISLADORES.....	24
6.4.1.1.	LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 33 KV	25
6.4.1.2.	LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 13.2 KV	25
6.5.	SELECCIÓN DE CONDUCTORES	26
6.5.1.	CALIBRES	26
6.5.1.1.	PARA LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 33 KV AÉREAS	26
6.5.1.2.	PARA LÍNEAS DEL NIVEL DE MEDIA TENSIÓN AÉREAS A 13.2 KV	27
6.5.2.	CAPACIDAD DE CORRIENTE	27
6.5.3.	REGULACIÓN DE TENSIÓN	28
6.6.	VIENTOS O RETENIDAS PRIMARIAS	28
6.6.1.	TIPOS	29
6.6.1.1.	TEMPLETE CONVENCIONAL	29
6.6.1.2.	TEMPLETE CON POSTE AUXILIAR	29
6.6.1.3.	POSTE PIEAMIGO	30
6.7.	PUESTAS A TIERRA	30
6.8.	EMPALMES DE CONDUCTORES	32
6.9.	ESTRIBO Y CONECTOR TRANSVERSAL	33

Tabla 1. Distancias mínimas verticales	10
Tabla 2. Distancia horizontal.....	12
Tabla 3. Distancias mínimas de los conductores, cortacircuitos y descargadores de sobretensión	12
Tabla 4. Distancia mínima vertical entre conductores.....	13
Tabla 5.....	15
Tabla 6.....	15
Tabla 7.....	16
Tabla 8.....	21
Tabla 9. VANOS, FLECHAS Y SEPARACIÓN PARA ACSR 2 AWG A 20°C.....	21
Tabla 10. VANOS, FLECHAS Y SEPARACIÓN PARA ACSR 1/0 AWG A 20°C.....	22
Tabla 11. VANOS, FLECHAS Y SEPARACIÓN PARA ACSR 2/0 AWG A 20°C.....	22
Tabla 12. Tabla de Tendido - Tensiones [kg-f]	23
Tabla 13. Niveles de aislamiento mínimo	24
Tabla 14.....	27
Tabla 15.....	27
Tabla 16. VALORES RECOMENDADOS DE PUESTA A TIERRA	31



6. REDES AEREAS DE MEDIA TENSIÓN

6.1. TIPOS DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN

6.1.1. LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 33 kV

Se adoptan las Normas de Diseño y Construcción homologadas en el grupo EPM, remitirse al Capítulo 23 Normas de diseño y construcción para redes aéreas 33 kV.

6.1.2. LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 13.2 kV

Se diseñarán con crucetas normalizadas en perfil de ángulo de 3" x 3" x $\frac{1}{4}$ " de longitud mínima 2.5 m, galvanizadas en caliente y perforadas para 4 hilos.¹

Todas las líneas de distribución aéreas de media tensión en zona urbana se construirán con cable de neutro en el mismo calibre de las fases y éste se pondrá sólidamente a tierra. El neutro se tenderá como cable de guarda en zona rural.

Para el diseño de las líneas deben tenerse en cuenta los dos tipos de cargabilidad a que se someterá la línea: Una con criterio de cargabilidad térmica de 75° C como límite máximo para operación continua y una segunda de contingencia de 125° C, con la consiguiente revisión de acercamientos y distancias mínimas de seguridad.

Se deben diseñar líneas rurales trifásicas con cable de guarda en alimentadores principales.

En continuación de ramales existentes se construirá con estructuras para las tres fases y neutro como cable de guarda, así solo sea tendida una fase en razón de existir tensión a 7.6 kV.

La troncal del alimentador será el eje del cual se derivarán los ramales para la alimentación de las cargas a lo largo de su recorrido. Su calibre estará definido por criterios del plan de expansión del sistema y mínimo será 2/0 AWG, por lo tanto, al momento de realizar el diseño, se debe validar cargabilidad de la línea capacidad para interconectarse con otros circuitos como respaldo, expansión de la red, proyección de la demanda, y demás criterios que ayudan a definir el calibre óptimo para la troncal del circuito.

¹ Modificada en Octubre 11 de 2010

Teniendo en cuenta para el diseño y construcción de redes aéreas de media tensión es necesario considerar las características del terreno y del entorno tanto desde el punto de vista social, arquitectónico y consideraciones particulares de cada proyecto, a continuación, se presentan las topologías de red admitidas en Chec:

- Red aérea convencional, que se construye con cable desnudo o ecológico.
- Red aérea con cable ecológico, en configuración compacta. El detalle de las normas de diseño y construcción se encuentra en el capítulo 24 Cable Compacto 13,2 kV.
- Red aérea aislada, emplea cable aislado en situaciones donde el empleo de cable cubierto en cualquier configuración no sea suficiente para garantizar distancias de seguridad o blindaje de la red u otros criterios propios del diseño. Para el detalle del uso de estas redes, ver capítulo 25 Redes aéreas aisladas.

6.2. CRITERIOS DE DISEÑO

Antes de iniciar el diseño, se debe determinar si las redes se construyen en zonas de alta DDT, de acuerdo con la caracterización dada por la Tabla 15 de la Norma RA8-022, si se logra determinar que las redes se van a construir en una zona con $DDT > 20$, se deben seguir los lineamientos de diseño y construcción de redes dadas en dicha Norma con sus anexos, con el fin de reducir las salidas del circuito a causa de las descargas atmosféricas.

Luego de hacer un reconocimiento detallado del terreno a cruzar, se determina una ruta a seguir lo más recta y accesible posible, la cual será consultada y aprobada por CHEC y las diferentes autoridades municipales tales como Planeación Municipal y las corporaciones encargadas de velar por el medio ambiente.

Posteriormente se efectúa el levantamiento topográfico o georeferenciado de la ruta y los sitios de ubicación de las estructuras serán marcados con estacas de madera sobresalientes cinco centímetros de la superficie e identificadas con pintura amarilla.

Elementos que serán tenidos en cuenta en el diseño y que deberán cumplirse como limitantes de la elección del conductor son:

- 1- La condición crítica corresponde a 5°C y carga de viento de 60 km/hora.
- 2- La tensión en condiciones finales a temperatura promedio y sin carga de viento debe ser inferior o igual al 20 % de la tensión de rotura y se denomina condición diaria.

- 3-** La tensión de trabajo en condiciones finales a temperatura promedio ambiente y con carga de viento no debe ser superior al 35.7% de la tensión de rotura.
- 4-** La tensión en condiciones iniciales sin carga de viento a temperatura mínima, la cual debe ser superior al 35.7 % de la carga de rotura.
- 5-** El vano regulador, teórico y equivalente a la sucesión de vanos continuos contenidos entre retenciones, en cuyo valor se basa el cálculo de una condición determinada, además de flechas y tensiones.
- 6-** Distancias entre las estructuras,
- 7-** Vano peso en frío, el cual corresponde a la distancia entre los vértices de las dos catenarias adyacentes a una estructura a temperatura máxima.
- 8-** La tensión máxima de trabajo del conductor.
- 9-** La separación máxima entre conductores en cada estructura para condiciones de máxima flecha.
- 10-** La verificación del vano crítico.

Para el diseño de líneas en el nivel de media tensión se elaboran tablas de tendido con intervalos de 5° C, en rango de 5 a 50 °C y para tramos con intervalos de 10 m.

El plantillado debe efectuarse para la ubicación de los apoyos y la verificación de las condiciones de trabajo de las estructuras, tales como esfuerzos verticales y factores de seguridad.

El plantillado poseerá tres curvas básicas:

- 1-** Curva de tendido en caliente: Se determina para la máxima temperatura sin viento, con verificación de distancias mínimas a tierra y a otros alimentadores y construcciones, la oscilación de los aisladores de suspensión y la altura de apoyos.
- 2-** Curva de tendido en frío: Se determina para temperatura mínima sin viento, verifica las condiciones de esfuerzos de levantamiento en los apoyos y la oscilación de cadenas de aisladores de suspensión.
- 3-** Curva de máximo acercamiento o pie de apoyos: Se desplaza la curva de tendido en caliente para el conductor más bajo de la línea una distancia equivalente a la mínima a tierra más 0.30 m para permitir desplazamientos en los apoyos.

Este plantillado se puede basar en la ecuación de la parábola para vanos reguladores de longitud inferior a 300 m o cuando la flecha tenga valores iguales o inferiores al 5% de la longitud del vano. En casos superiores se empleará la ecuación de la catenaria.

La escala del dibujo de las plantillas será la misma del perfil en papel milimetrado vegetal de alta consistencia.

El trazo de la línea sobre el perfil del terreno se hace empleando las plantillas de la forma siguiente:

En la estructura de partida, con la plantilla en posición vertical se hace coincidir la curva de pie de apoyo con el pie de la estructura de partida, la curva de distancia a tierra debe tocar en forma tangencial el perfil del terreno en los puntos más cercanos a la curva del conductor más bajo.

Los puntos en que la curva de pie de apoyo intercepte el perfil del terreno determinan la localización de las estructuras, en los cuales se analizará la ubicación óptima de acuerdo con la topografía del terreno.

Para los puntos más bajos del perfil se determinará si existe esfuerzo de arrancamiento: Si la curva de tendido en caliente pasa por encima de la estructura se proyectará una retención en el sitio.

6.3. APOYOS PRIMARIOS

Los postes usados como soportes de redes de distribución deberán tener una tensión de rotura y las torres o postes metálicos una tensión de deformación permanente de al menos dos veces y media (2.5) de la suma de las tensiones mecánicas resultantes de la interacción de los diferentes esfuerzos a que este sometida la estructura, para lo cual se debe tener en cuenta los esfuerzos de los cables de la red eléctrica y los demás cables y elementos que actúen sobre la estructura.²

6.3.1. TIPOS DE APOYOS

Los tipos de apoyos serán seleccionados de acuerdo con su utilización y el punto de ubicación.

² Insertado en abril 5 de 2011

6.3.1.1. LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 33 KV³

Podrán emplearse torres metálicas auto soportadas, con diseño revisado previamente por CHEC.

En zona rural podrán emplearse torres o postes metálicos o postes de fibra de vidrio diseñados para uso con templete, excepto en aquellos sitios en los cuales no pueden emplearse y para los cuales serán auto soportadas, con resistencias de ruptura en punta acordes con las exigencias de la línea, vanos, conductor y demás aspectos constructivos.

6.3.1.2. LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 13.2 KV⁴

Para la construcción de las líneas de distribución en zonas urbanas se utilizarán postes de ferroconcreto, postes metálicos o de poliéster reforzado con fibra de vidrio, troncocónicos con una conicidad de 1.8 cm por metro de longitud, con altura mínima de 12 metros y con carga de ruptura mínima de 510 kg.

Igualmente se usarán postes similar material y construcción y 1,050 kg de tensión de ruptura con el propósito de evitar los templete donde sea imposible su uso.

El factor de seguridad de los postes, calculado como la relación entre la carga mínima de rotura y la tensión máxima aplicada (carga máxima de trabajo), no puede ser inferior a 2.5. Se acepta un factor de seguridad no inferior a 2 para estructuras en acero o en fibra reforzada en vidrio siempre y cuando cuenten con los resultados de las pruebas de laboratorio que garanticen el conocimiento y homogeneidad de las características mecánicas de los materiales utilizados y su comportamiento en la estructura.⁵

Para sitios en los cuales se requiera obligatoriamente una altura superior, podrán emplearse postes de concreto de 16 m.

Debe tenerse en cuenta que los postes troncocónicos serán fabricados con tecnologías de concreto reforzado o pretensado y bajo las modalidades de vibrado o centrifugado, requiriéndose la certificación de conformidad de producto expedida por entidad acreditada ante la Superintendencia de Industria y Comercio.

Los postes de concreto, deben disponer de una platina u otro elemento metálico de sección no menor a 78 mm², localizado a menos de un metro de la marcación de

³ Modificado en agosto de 2009

⁴ Modificado en agosto de 2009

⁵ Modificado enero 21 de 2014 acta 25

enterramiento, que sirva de contacto eléctrico entre el acero del armazón del poste y el medio exterior de conexión de la puesta a tierra.

No se aceptarán torrecillas metálicas en zona urbana.

En la zona rural con elevada dificultad de acceso podrán igualmente emplearse postes metálicos o de poliéster reforzado con fibra de vidrio o torrecillas metálicas.

Se prohíbe la utilización de rieles metálicos para ser usados como apoyos en las líneas de conducción de energía eléctrica.

En todo caso los templetes telefónicos serán independientes de los templetes para la red de distribución de energía eléctrica.

6.3.2. DISTANCIAS ELÉCTRICAS MÍNIMAS

Las distancias de seguridad deben ser adecuadas para evitar accidentes a personas, animales o descargas entre elementos de las líneas de energía (cortocircuito entre fases, a tierra, a estructuras, a otras líneas o a objetos).

Las distancias de seguridad establecidas en las siguientes tablas aplican para conductores desnudos. Para conductores aislados la distancia disminuye en 60 cm.

Dichas distancias son aplicables para nuevas urbanizaciones o nuevos proyectos.

Las distancias verticales se toman siempre desde el punto energizado más cercano al punto de posible contacto.

Las distancias horizontales se toman desde la fase más cercana al sitio de posible contacto.

Las distancias horizontales y verticales que se presentan en la siguiente figura, se adoptaron del NESC (National Electrical Safety Code) normas ANSI C 2

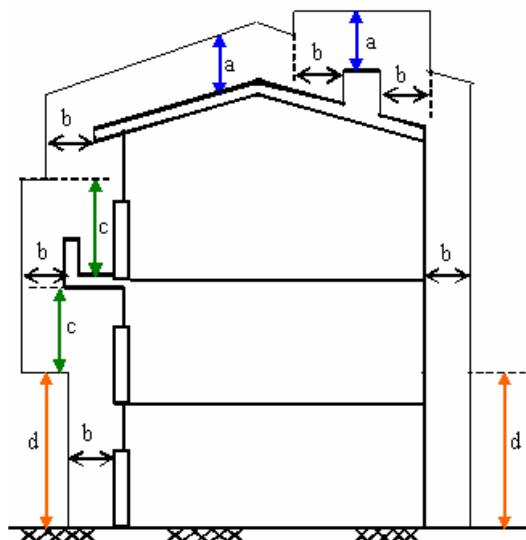


Figura 1

6.3.2.1. DISTANCIA VERTICAL⁶

Las distancias mínimas verticales del conductor más bajo, indicadas como a en la figura anterior, se especifican de acuerdo con la zona, según la siguiente tabla:

Tabla 1. Distancias mínimas verticales

Características de las zonas	Distancias en metros		
	BAJA TENSIÓN	MEDIA TENSIÓN	ALTA TENSIÓN
Zona poblada (a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular, distancia "d") Distancia al suelo de líneas que recorren avenidas, carreteras, calles, etc. (Distancia "d") Distancia en bosques, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc.	5	5.6	6.1 para 115 KV ⁷ 8.5 para 230 KV
Distancia "d" en cruce sobre grandes avenidas	5.6	Igual	Igual
Distancias "a" sobre techos y proyecciones, aplicable a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación	0.45	3.8	3.8
Distancia "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2.45 m de altura.	3.5	4.1	N.A.
Zona despoblada accesible	5.5	6.5	6.5

⁶ Modificado enero 21 de 2014 acta 25

⁷ Modificada en abril 5 de 2011

Características de las zonas	Distancias en metros		
	BAJA TENSIÓN	MEDIA TENSIÓN	ALTA TENSIÓN
Zona despoblada inaccesible	5	6	6
Carretera troncal	5.5	7	7
Camino secundario	5.5	6.5	7
Distancia mínima al suelo “d” en zonas de bosques de arbustos, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc. Siempre que se tenga el control de la altura máxima que pueden alcanzar las copas de los arbustos o huertos, localizados en la zonas de servidumbre	5.0	5.6	6.1
En áreas de bosques y huertos donde se dificulta el control absoluto del crecimiento de estas plantas y sus copas puedan ocasionar acercamientos peligrosos, se requiera el uso de maquinaria agrícola de gran altura o en cruces de ferrocarriles sin electrificar, se debe aplicar como distancia “e” estos valores	7.5	8.1	8.6
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua “g” en cruce con ríos, canales navegables o flotantes adecuados para embarcaciones con altura superior a 2 m y menor de 7 m	9.6	10.2	10.6
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua “g” en cruce con ríos, canales navegables o flotantes, no adecuadas para embarcaciones con altura mayor a 2 m	4.6	5.2	5.6
Cruce con ferrocarriles sin electrificar. Vías férreas	7.5	8.1	8.3
Distancia mínima vertical en el cruce “f” a los conductores alimentadores de ferrocarriles electrificados, teleféricos, tranvías y trole-buses	1.8	1.8	2.3
Distancia mínima vertical al piso en cruce por espacios usados como campos deportivos abiertos, sin infraestructura en la zona de servidumbre, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificaciones ubicadas debajo de los conductores	12	12	12
Distancia mínima horizontal en cruce cercano a campos deportivos que incluyan infraestructura, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificación asociada al campo deportivo.	7.0	7.0	7.0
Oleoductos y/o gasoductos	5.5	6.5	6.5

No se permitirá el paso de conductores de redes o líneas del servicio público, por encima de edificaciones donde se tenga presencia de personas, salvo cuando el tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control, tanto de la instalación eléctrica como de las modificaciones de la edificación o estructura de la planta. Entendido esto como la administración, operación y mantenimiento, tanto de la edificación como de la instalación eléctrica.

En general los conductores de la línea de mayor tensión deben estar a mayor altura que los de la de menor tensión.

6.3.2.2. DISTANCIA HORIZONTAL

Así mismo las distancias horizontales, indicadas como **b** en la gráfica anterior, serán⁸:

Tabla 2. Distancia horizontal

Características de las zonas	Distancias mínimas en metros		
	BAJA TENSIÓN	MEDIA TENSIÓN	ALTA TENSIÓN
Distancia horizontal “b” a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas.	1.7	2.3	N.A.
En cruce por campos deportivos abiertos	7	7	7

Para paso por el cono de aproximación de aeropuertos, se deben respetar las normas de la aeronáutica civil.

Donde el espacio disponible no permita cumplir las distancias horizontales de la Tabla 13.1 para redes de media tensión, tales como edificaciones con fachadas o terrazas cercanas, la separación se puede reducir hasta en un 30%, (Distancia horizontal “b” baja de 2.4 m a 1.6 m) siempre y cuando, los conductores, empalmes y herrajes tengan una cubierta que proporcione suficiente rigidez dieléctrica para limitar la probabilidad de falla a tierra, tal como la de los cables cubiertos con tres capas para red compacta.

Adicionalmente, deben tener espaciadores y una señalización que indique que es cable no aislado. En zonas arborizadas urbanas se recomienda usar esta tecnología para disminuir las podas.

6.3.2.3. DISTANCIA A CRUCETAS, HERRAJES O PUESTAS A TIERRA

Las distancias mínimas de los conductores, cortacircuitos y descargadores de sobretensión, a superficie de concreto, madera, cruceta y elementos metálicas serán las indicadas en la siguiente tabla, para 1000 msnm.

Tabla 3. Distancias mínimas de los conductores, cortacircuitos y descargadores de sobretensión

NIVEL DE TENSIÓN	Distancia mínima (cm)
ALTA TENSIÓN	40
MEDIA TENSIÓN	16

⁸ Modificado enero 21 de 2014 acta 25

6.3.2.4. Distancia mínima de seguridad en cruces de líneas

Cuando se trata de doble circuito sobre la misma estructura, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- 1- El circuito de mayor tensión irá a un nivel superior del circuito de menor tensión.
- 2- Debe plantillarse con el parámetro del circuito inferior.
- 3- La flecha del circuito superior debe ser igual al 80% de la flecha del circuito inferior.
- 4- La distancia mínima vertical entre los conductores más próximos será la indicada en la siguiente tabla:

Tabla 4. Distancia mínima vertical entre conductores

NIVEL DE TENSIÓN LÍNEA SUPERIOR	Tensión nominal en kV entre fases de la línea inferior - Distancias en metros			
	COMUNICACIONES	BAJA TENSIÓN	MEDIA TENSIÓN	ALTA TENSIÓN
ALTA TENSIÓN	2.3	1.7	1.7	2.2
MEDIA TENSIÓN ⁹	1.8	1.2	1.3	
BAJA TENSIÓN	1.2	0.6		
COMUNICACIONES	0.6			

Evitar al máximo tener circuitos de comunicaciones o hasta 600 V en la misma estructura con circuitos de tensión igual o superior a 33 kV.

La línea de menor nivel de tensión siempre estará en posición inferior.

6.3.2.5. CRUCES CON LAS LÍNEAS TELEFÓNICAS

Las torres o postes aledaños al cruce, deben estar ubicadas por la margen del tendido de las líneas telefónicas a una distancia mínima de diez (10) metros del eje de las mismas.

⁹ Modificado enero 21 de 2014 acta 25

El cruce de las líneas de energía con las líneas telefónicas debe tener un ángulo de 90° en lo posible.

Las líneas de energía deben pasar siempre por encima de las líneas telefónicas, cumpliendo con las separaciones mínimas especificadas en el numeral respectivo.

Se requiere la colocación de una malla metálica de protección la cual debe quedar como mínimo 80 centímetros por encima de la línea telefónica y conectada a tierra, cuando la línea telefónica pertenece a una vía férrea y está construida con conductor desnudo.

6.3.2.6. TENDIDO DE CABLES PARALELOS

Las especificaciones para la ubicación de postes o torres se darán con base en el estudio que se efectúe para cada caso.

Con el fin de legalizar el cruce o el tendido paralelo, se deberá efectuar un contrato entre las entidades involucradas, para lo cual se elaborará la siguiente solicitud incluyendo.

- a) Punto del cruce o sector del paralelismo.
- b) Configuración del circuito y condiciones de servicio (tensión, frecuencia, número de fases, factor de potencia).
- c) Información técnica de las torres o postes, conductores, etc.
- d) Plano del sector de cruce o paralelismo localizando la línea férrea, la línea telefónica con su postería, las líneas de energía proyectada con su postería y puntos de referencia.

Una vez autorizado el proyecto respectivo, para el inicio de los trabajos, se deberá avisar a las jefaturas de los departamentos de vías, telecomunicaciones y señalización con el fin de coordinar lo pertinente.

6.3.2.7. CORRECCIÓN DE LAS DISTANCIAS POR VARIACIÓN DE LA DENSIDAD DEL AIRE.

Para alturas mayores de 1,000 metros es necesario tener en cuenta la reducción de la rigidez dieléctrica del aire. Por lo tanto, todas las distancias de seguridad que se mencionan en el presente documento deben dividirse por el factor de reducción de la rigidez dieléctrica del aire, de acuerdo con la altura, así:

Tabla 5

Altura sobre el nivel del mar (m)	Factores de reducción de la rigidez eléctrica del aire
1,000	1.0
1,200	0.98
1,500	0.95
1,800	0.92
2,000	0.90
2,400	0.86
2,500	0.85
3,000	0.80
3,500	0.76

vvv

6.3.2.8. DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE CONDUCTORES EN LA MISMA ESTRUCTURA

Los conductores sobre apoyos fijos deben tener distancias horizontales y verticales entre cada uno no menores que el valor requerido en la tabla siguiente:

Tabla 6

Clase de circuito y tensión entre los conductores considerados	Distancias horizontales de seguridad (cm)
Alimentadores de vías férreas 0-750V calibre menor de 4/0	30
Alimentadores de vías férreas 0-750V calibre mayor de 4/0	15
Alimentadores de vías férreas 0.75-8.7 kV	30
Conductores de suministro del mismo circuito 0 a 8.7 kV	30
Conductores de suministro del mismo circuito 8.7 a 33 kV	30 cm más 1 cm por kV sobre 8.7 kV
Conductores de suministro de circuitos diferentes 0 a 8.7 kV	30
Conductores de suministro de circuitos diferentes 8.7 a 33 kV	30 cm más 1 cm por kV sobre 8.7 kV

Para las tensiones que excedan los 50 kV, la distancia de seguridad deberá ser incrementada en un 1% por cada 100 m en exceso de 1,000 m sobre el nivel del mar.

Tabla 7

Conductores a menor altura	Conductores a mayor altura ¹⁰ Distancia en m	
	Hasta 1 kV	7.6 a 33 kV
Comunicación	0.4	0.4+0.01 m/kV sobre 7.6 kV
Hasta 1 kV	0.4	0.4+0.01 m/kV sobre 7.6 kV
1 kV a 7.6 kV	N/A	0.4+0.01 m/kV sobre 7.6 kV
13.2 kV a 33 kV	N/A	0.6+0.01 m/kV sobre 7.6 kV

Los conductores del mismo circuito de una red compacta con cables cubiertos o semiaislados, no deben tener una separación menor a 18 cm para tensiones menores de 15 kV, ni menor a 27 cm para tensiones entre 15 kV y 34,5 kV.

6.3.3. LOCALIZACIÓN DE APOYOS

6.3.3.1. ZONAS URBANAS

Los apoyos siempre se localizarán en la línea medianera de las edificaciones o lotes urbanizables.

Mientras la interdistancia lo permita, se localizarán postes primarios cerca a todas las esquinas, dejando disponibilidad para derivaciones futuras en ambos sentidos, teniendo especial cuidado en no obstaculizar el ángulo de giro para el tráfico automotor y evitando que la línea quede pasando por encima de lotes y edificaciones.

Los apoyos se instalarán en terrenos o fajas de servicio público como andenes y zonas públicas verdes.

6.3.3.2. ZONAS RURALES

- a) Se localizarán en tal punto que la línea se puede prolongar sin poste adicional, por interferencia de árboles, taludes, edificaciones y otros obstáculos.
- b) En los puntos donde se presenta acercamiento horizontal u oblicuo a taludes, edificaciones, puentes, otras líneas, etc.

¹⁰ Modificado enero 21 de 2014 acta 25

c) A lado y lado de cruces con carrileras, líneas telefónicas, líneas de transmisión, etc., donde sea necesario la fijación correspondiente a mallas de protección.

6.3.4. FUNDACIÓN

La longitud de empotramiento para apoyos será la siguiente:¹¹

APOYO	EMPOTRAMIENTO
15 metros:	2.10 metros
14 metros:	2.00 metros
12 metros:	1.80 metros
8 metros:	1.40 metros

Se deberá tener presente en todo momento que la profundidad del empotramiento debe ser siempre igual al diez por ciento (10%) de la longitud total del apoyo más 0.6 m. En ningún caso la profundidad de la excavación para hincada del poste será inferior al cálculo anterior.

Para los apoyos en concreto, en sitios donde el nivel freático es considerablemente alto y se imposibilita el hincado del poste sin un refuerzo especial, luego de efectuar la excavación, colocación y nivelación de poste, se procederá al vaciado en concreto del espacio anular entre las paredes de la excavación y el poste dependiendo de las condiciones del suelo, así:

- a) En suelos arenosos francos y con niveles freáticos altos, donde las paredes de la excavación se derrumban con facilidad, se empleará una formaleta o camisa conformada por canecas de 60 cm de diámetro, desde la superficie hasta la profundidad prevista para cada poste, luego se procederá a la evacuación del agua, para efectuar el vaciado en concreto mezclado convencionalmente en superficie.
- b) Cuando se ha producido un ensanchamiento apreciable de la excavación, el espacio formado entre la camisa (caneca) y el terreno deberá llenarse con el mismo material granular de tipo aluvial similar al utilizado para fabricar el concreto.
- c) En suelos predominantemente fijos, en donde las paredes de la excavación son estables, el vaciado en concreto podrá hacerse desde el fondo hasta la mitad de la longitud total de empotramiento.
- d) La parte superior del espacio anular podrá llenarse con material de aluvión apisonado, similar al utilizado en la fabricación del concreto.
- e) La parte superior del espacio anular deberá sellarse con lechada, para evitar el lavado del cascajo superior del relleno.

¹¹ Modificado en agosto de 2009

- f) Utilizar barras o varillas de acero para remover el concreto con el objeto de obtener una buena compactación y asegurar una buena densidad de la mezcla y un buen confinamiento del poste.

Los criterios anteriores, también son aplicables a los postes secundarios y a los vientos o templete en las condiciones indicadas de niveles freáticos altos.

En forma adicional a lo anterior se podrá implementar una estructura en cruz en la base del poste, empleando ángulo de acero galvanizado en caliente de 3" x 1/4", fijado por pares en los dos ejes del plano horizontal mediante tornillos espaciadores de 3/4" x 16" y con una longitud no inferior a los 2.0 m, antes de efectuar el procedimiento de concretado con camisa metálica, lo que evidentemente contribuirá a dar mayor estabilidad a la estructura.

La fundación de las torres metálicas se realizará siempre con una base de concreto, cuyas características de construcción deben ser incluidas en el diseño, para su aprobación. La resistencia del concreto será como mínimo 210 kg / cm². (3000 psi).

El empotramiento para una torre de 12 m debe cubrir la base (la cual deberá estar formada con un cierre en ángulo de igual dimensión y calibre del montante) con una altura de 15 cm y cada montante en confinación de sección triangular con 15 cm de lado. La parte central se llenará de tierra extraída de la excavación y piedra de mano.

La mezcla a ser utilizada será 1:2:4 simple, lo cual equivale a las siguientes cantidades de material por metro cúbico de concreto:

CEMENTO GRIS:	300 KGS
ARENA:	0.475 METROS CÚBICOS
GRAVILLA:	0.950 METROS CÚBICOS
AGUA:	190 LITROS

De acuerdo con la exigencia de anclaje para la torre de 12 m, el material siguiente es el requerido:

BASE TORRE DE 12 M

APORTE ARENA	0.066 m ³	6.63 baldes 13.25
APORTE GRAVILLA	0.133 m ³	baldes
APORTE CEMENTO	41.84 kg	0.84 sacos

Un metro cúbico equivale a veinticinco carretas o a cien baldes de mezcla y un balde a tres paladas de material y a ocho litros de agua.

6.3.5. PINTURA

Todos los postes de concreto localizados en zonas urbanas, semiurbanas y a borde de carretera con tráfico vehicular mediano o alto se pintarán con franjas de 20 cm de ancho, de color negro y amarillo alternadamente (3 amarillas y 2 negras), con una altura de 1 m sobre la rasante del terreno.¹²

6.3.6. SEÑAL DE PELIGRO PARA TORRES

Toda torre empleada en media tensión llevará un aviso de peligro RIESGO ELÉCTRICO acorde con lo establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE en el artículo 6.1.1, tabla 6.2, de forma rectangular e instalada a 4 m de altura, en su cuerpo superior y con el diseño que se muestra a continuación.

Se fabricará en base metálica de aluminio con dimensiones de 20 x 40 cm, con señalización y texto en color negro, fondo en pintura reflectiva amarilla, borde negro.¹³



6.3.7. IDENTIFICACIÓN CON CÓDIGO EN EL SISTEMA GEOREFERENCIADO DE INFORMACIÓN DE REDES

Todo poste, cámara o estructura metálica deberá marcarse con el código correspondiente al apoyo y con las letras de identificación de la línea, secuencia,

¹² Se retira lo relacionado con pintura anticorrosiva en mayo 22 de 2015

¹³ Modificado enero 21 de 2014 acta 25

secciones en un todo de acuerdo con los criterios fijados por el sistema georeferenciado de información de redes.

El código de la estructura se consultará previamente con la CHEC.

Sobre el poste se pintará un rectángulo de 10 cm de ancho por 40 cm de altura en esmalte amarillo o naranja, con un tiempo de secado no menor de 1 día. Sobre el mismo se imprimirá el código (6 dígitos para red de media tensión) empleando esmalte de color azul oscuro en aerosol. Las estructuras metálicas llevarán sólo la numeración.

Los dígitos tendrán 4 cm de ancho para las letras y 3 cm para los números. La altura de ambos es de 4 cm como máximo.

La pintura será apta para uso a la intemperie tipo tráfico.

6.3.8. INTERDISTANCIA DE APOYOS PRIMARIOS

La interdistancia entre apoyos depende de la distancia mínima a tierra del conductor inferior; con base en el vano se calcula la separación entre conductores.

Dependiendo de la separación entre conductores, la tensión mecánica de éstos y el tipo de terreno se podrán utilizar estructuras sencillas con crucetas apropiadas, estructuras en H o Tormentas.

A medida que se aumenta la distancia entre apoyos, la flecha se hace mayor para una misma tensión, hasta el punto que el conductor inferior presente acercamiento a tierra (vano flecha), por tal razón en terrenos planos el vano depende de ésta distancia. En cada una de las normas de construcción se ha indicado la máxima separación dependiendo del vano-flecha.

En terrenos planos de gran longitud recta, hacer retenciones cada 1000 metros aproximadamente, en estructuras tipo H. En terrenos quebrados es muy posible que no se empleen estructuras en suspensión entre retenciones.

La separación de conductores se calculará con base en la fórmula siguiente:

$$D = K * \sqrt{F} + L + \frac{U}{150}$$

Donde:

D = Separación entre conductores en metros

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

F = Flecha máxima en metros

L = Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos $\lambda = 0$

U = tensión nominal de la línea en kV

Tabla 8

Angulo de oscilación	Valores de K	
	Líneas de nivel de extra alta tensión	Líneas de nivel de alta y media tensión
Superior a 65 °	0.7	0.65
Comprendido entre 40 ° y 65 °	0.65	0.60
Inferior a 40 °	0.60	0.55

Este valor no será inferior a $0.1 + U/150$ y en general nunca menor de 0.2 m.

Como resultado de lo anterior, se introduce la siguiente tabla que permite apreciar los vanos, flechas y separación calculada con la anterior fórmula, para el conductor ACSR 2 AWG a una temperatura de 20°C, sin ángulo de oscilación por emplear cadenas de amarre:

Tabla 9. VANOS, FLECHAS Y SEPARACIÓN PARA ACSR 2 AWG A 20°C

VANO	FLECHA	SEPARACIÓN
50	0.33	0.40
60	0.48	0.47
70	0.64	0.53
80	0.84	0.59
90	1.05	0.65
100	1.29	0.71
110	1.55	0.77
120	1.82	0.83
130	2.12	0.89
140	2.44	0.95
150	2.78	1.00
160	3.13	1.06
170	3.51	1.12
180	3.90	1.17
190	4.31	1.23
200	4.73	1.28
210	5.18	1.34

VANO	FLECHA	SEPARACIÓN
220	5.64	1.39
230	6.11	1.45
240	6.60	1.50
250	7.11	1.55

Igualmente, para el conductor ACSR 1/0 AWG y a la misma temperatura, se tendrán los resultados siguientes:

Tabla 10. VANOS, FLECHAS Y SEPARACIÓN PARA ACSR 1/0 AWG A 20°C

VANO	FLECHA	SEPARACIÓN
50	0.282	0.38
60	0.404	0.44
70	0.547	0.49
80	0.711	0.55
90	0.895	0.61
100	1.098	0.66
110	1.320	0.72
120	1.561	0.78
130	1.820	0.83
140	2.097	0.88
150	2.390	0.94
160	2.701	0.99
170	3.027	1.04
180	3.370	1.10
190	3.729	1.15
200	4.103	1.20
210	4.493	1.25
220	4.898	1.31
230	5.318	1.36
240	5.752	1.41
250	6.201	1.46

Para el conductor ACSR 2/0 AWG a igual temperatura, se tendrán los resultados siguientes:

Tabla 11. VANOS, FLECHAS Y SEPARACIÓN PARA ACSR 2/0 AWG A 20°C

VANO	FLECHA	SEPARACIÓN
50	0.266	0.37
60	0.382	0.43
70	0.518	0.48
80	0.673	0.54
90	0.848	0.59
100	1.041	0.65

VANO	FLECHA	SEPARACIÓN
110	1.253	0.70
120	1.482	0.76
130	1.729	0.81
140	1.993	0.86
150	2.273	0.92
160	2.570	0.97
170	2.883	1.02
180	3.211	1.07
190	3.555	1.13
200	3.914	1.18
210	4.289	1.23
220	4.678	1.28
230	5.081	1.33
240	5.500	1.38
250	5.933	1.43

Tabla de tensiones de tendido para conductor ACSR 2 AWG a diferentes temperaturas¹⁴:

Tabla 12. Tabla de Tendido - Tensiones [kg-f]

Vano [m]	Temperatura [°C]										
	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
50	460	441	421	400	379	357	336	312	289	266	242
70	458	439	419	399	378	357	335	313	290	268	245
80	457	438	419	398	378	357	335	313	291	269	247
100	455	436	417	397	376	356	335	314	293	272	252
150	442	424	406	387	368	349	330	312	294	276	259
200	416	399	382	366	349	332	316	301	287	272	259
250	388	373	358	344	330	317	304	292	280	269	259
300	361	349	337	325	314	304	294	284	275	266	258
350	339	329	320	311	302	294	286	278	271	264	258
400	322	314	306	299	293	286	280	274	268	263	257
450	308	302	296	291	285	280	275	270	266	261	257
500	298	293	289	284	280	276	271	268	264	260	256
550	290	286	283	279	275	272	268	265	262	259	256
600	284	281	278	275	272	269	266	263	261	258	255
650	279	276	274	271	269	266	264	262	259	257	255
700	275	273	270	268	266	264	262	260	258	256	254
750	271	269	267	266	264	262	260	259	257	255	254
800	268	267	265	263	262	260	259	257	256	254	253
850	266	264	263	261	260	259	257	256	255	253	252
900	263	262	261	259	258	257	256	255	253	252	251

¹⁴ Introducida octubre 20 de 2014 acta No. 28

Vano [m]	Temperatura [°C]										
	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
950	261	260	259	258	256	255	254	253	252	251	250
1000	259	258	257	256	255	254	253	252	251	250	249
1050	257	256	255	254	253	252	252	251	250	249	248
1100	255	254	253	253	252	251	250	249	249	248	247
1150	253	252	252	251	250	250	249	248	247	247	246
1200	251	250	250	249	249	248	247	247	246	246	245
1250	249	249	248	248	247	246	246	245	245	244	244
1300	247	247	246	246	245	245	244	244	243	243	242
1350	246	245	245	244	244	243	243	242	242	241	241
1400	244	243	243	242	242	242	241	241	240	240	239
1450	242	241	241	241	240	240	239	239	239	238	238
1500	240	239	239	239	238	238	238	237	237	237	236
1550	238	238	237	237	237	236	236	236	235	235	235
1600	236	235	235	235	235	234	234	234	233	233	233
1650	234	233	233	233	232	232	232	232	231	231	231
1700	231	231	231	231	230	230	230	230	229	229	229

6.4. AISLAMIENTO

El nivel de aislamiento se define por las tensiones soportadas bajo lluvia a 60 Hz, durante un minuto y con onda de impulso de 1.2/50 microsegundos.

Los niveles de aislamiento mínimo correspondientes a la tensión más elevada de la línea pueden apreciarse en la tabla siguiente:

Tabla 13. Niveles de aislamiento mínimo

Tensión más elevada kV eficaces	Tensión de ensayo al choque kV cresta	Tensión de ensayo a frecuencia industrial kV eficaces
7.2	60	22
12	75	28
17.5	95	38
36	170	70

6.4.1. TIPO DE AISLADORES

6.4.1.1. LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 33 KV

En las líneas de media tensión a 33 KV serán admitidos aisladores tipo doble pin construidos bajo la norma ANSI 56-2 o 56-3 en las estructuras en suspensión, dependiendo del nivel de contaminación del sector.

Preferiblemente se utilizarán aisladores tipo poste (LINE POST) fabricados bajo norma ANSI 57-2. En zonas de alto nivel ceráunico o contaminación ambiental o química, se emplearán aisladores construidos bajo la norma ANSI 57-3.

Adicionalmente podrán emplearse aisladores certificados fabricados en resina polimérica EPDM.

Por otro lado, se emplearán tres (3) aisladores tipo suspensión de 10" de diámetro, fabricados según norma ANSI 52-4 en condiciones normales o cuatro (4) en sectores industriales con emanaciones de productos químicos, para las retenciones de línea.

6.4.1.2. LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 13.2 KV

En líneas del nivel de media tensión a 13.2 KV serán empleados dos (2) aisladores de suspensión en porcelana de 6" de diámetro, norma ANSI 52-1 para estructuras en retención y aisladores tipo pin norma ANSI 55-4, 55-5, 55-6 o 55-7, según el nivel de contaminación ambiental o química, para las estructuras de pin.

Podrá también emplearse aislador tipo poste (Line Post) fabricado bajo la norma ANSI 57-1 para suspensión, al igual que aisladores en resina polimérica EPDM acordes con la normatividad de materiales.

En el caso más crítico, con presencia de elementos químicos y/o centrales térmicas, se emplearán tres (3) aisladores de suspensión de porcelana o dos poliméricos.

Ver el numeral 16.1.¹⁵ del capítulo de materiales normalizados.

En general se ha definido el grado de aislamiento a la relación entre la longitud de la línea de fuga de un aislador (o la total de la cadena) y la tensión entre fases de la línea. La longitud de la línea de fuga de un aislador se mide sobre la superficie del mismo y la de la cadena de aquellos se obtiene multiplicando el número de aisladores por la de uno de ellos.

La tensión entre fases de la línea es la "más elevada", la cual corresponde al mayor valor de la tensión eficaz entre fases que puede presentarse en un instante en un punto cualquiera de la línea, en condiciones normales de explotación, sin considerar

¹⁵ Corregido julio 2 de 2014

las variaciones de tensión debidas a defectos o desconexiones bruscas de cargas importantes.

En el caso de las redes de distribución del nivel de media tensión a 13.2 kV, la tensión más elevada corresponde a 15 kV.

Los grados de aislamiento mínimo, según las zonas que atraviesan las líneas son:

Forestales o agrícolas.....	2.0 cm/kV
Industriales.....	2.5 cm/kV
Industriales con productos químicos.....	3.2 cm/kV

La carga de rotura de los aisladores será como mínimo del 80% de la del conductor que se emplee.

6.5. SELECCIÓN DE CONDUCTORES

Se utilizarán conductores de aluminio con alma de acero tipo ACSR (Aluminum Conductor Steel Reinforced), además se tendrán en cuenta los conductores aislados para 15 kV de instalación aérea, en la construcción de redes aéreas de conducción de energía eléctrica como también el denominado cable ecológico para zonas arborizadas o en su defecto protectores de conductor.

No se permitirá la utilización de conductores de aluminio sin alma de acero tipo ASC para tal fin.

Así mismo se acepta el uso de la aleación de aluminio con silicio y magnesio 6201 AAC.

La tensión para el tendido en redes aéreas no debe pasar el 25% de la tensión de rotura del conductor. En ningún momento los conductores deben ser sometidos a tensiones mecánicas por encima de las especificadas como de rotura.¹⁶

6.5.1. CALIBRES

6.5.1.1. PARA LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A 33 KV AÉREAS

¹⁶ Incluido en abril 5 de 2011

El calibre mínimo a ser empleado será 2/0 AWG para ramales y 4/0 para troncales, definidos como tales a juicio de CHEC.

6.5.1.2. PARA LÍNEAS DEL NIVEL DE MEDIA TENSIÓN AÉREAS A 13.2 KV

El calibre mínimo a emplear será ACSR No. 2 AWG en ramales y ACSR No. 2/0 AWG en alimentadores troncales.

Será la CHEC quien establecerá cuales tramos se consideran ramales o troncales teniendo en cuenta los planes de expansión y criterios de planeación que tenga para el sector.

No obstante, el calibre será seleccionado en forma preliminar de acuerdo con los cálculos de diseño.

6.5.2. CAPACIDAD DE CORRIENTE

La capacidad de corriente y características mecánicas de los conductores ACSR se indican en la siguiente tabla:

Tabla 14

CARACTERISTICA DE CONDUCTORES ACSR					
Calibre AWG	Capacidad A	Cargabilidad A	Resistencia (20°C) Ω/km	Carga de rotura kg	Peso kg/km
4 / 0	387	310	0.2670	3919	435
2 / 0	287	230	0.4240	2424	273
1 / 0	247	198	0.5340	1941	217
2	183	146	0.8500	1265	137

Para los conductores AAAC las especificaciones son las siguientes:

Tabla 15

CARACTERISTICA DE CONDUCTORES AAAC					
Calibre AWG	Capacidad (A)	Cargabilidad (A)	Resistencia (20°C) Ω/km	Carga de rotura (kg)	Peso (kg/km)
4 / 0	395	316	0.2678	3884	343.2
2 / 0	296	237	0.4254	2445	216.1
1 / 0	256	205	0.5363	1939	171.4
2	191	153	0.8533	1272	107.7

Las capacidades anteriores han sido obtenidas de tablas de fabricantes, bajo presencia de sol y viento.

Los conductores se pueden cargar hasta el 80% de la capacidad de corriente, teniendo en cuenta para el cálculo de la corriente que las líneas se diseñarán para un factor de potencia de 0.9.

6.5.3. REGULACIÓN DE TENSIÓN

Las tensiones en estado estacionario a 60 Hz y sus variaciones permisibles, son las establecidas en la norma NTC 1340, o aquella que la modifique o sustituya. Se aplicará como variación permitida +5 y –10% de la tensión nominal, porcentaje que cubre la red de media tensión, el transformador, red secundaria y acometida.

El diseñador podrá solicitar en la División de Distribución el nivel de tensión en el punto de derivación de la red de 13.2 kV de tal manera que eligiendo una posición de tap adecuada para el transformador pueda disponer de un margen amplio de regulación en la red de baja tensión y que finalmente asegure una regulación máxima acorde con la exigida por la norma NTC 1340.

Cuando no se disponga de tal información la regulación de tensión máxima permisible para redes de baja tensión será de 5%.

6.6. VIENTOS O RETENIDAS PRIMARIAS.

Todo templete instalado en redes de media tensión llevará aislador tensor. Los templetes se colocarán, por regla general, en todas las estructuras de retención, en los ángulos en los que se sobrepasen los esfuerzos admisibles en el poste, en apoyos para luces mayores de las del diseño en alineamientos rectos y en todos aquellos apoyos en donde el cálculo mecánico lo justifique.

Para los templetes se utilizarán cables de acero galvanizado 3/8" extraresistente (6,992 kgf – 15,200 lbf). Excepcionalmente, se utilizará cable de acero galvanizado 1/4 extraresistente, cuando los diseños permitan evidenciar que las condiciones mecánicas a ser soportadas no superen la tensión máxima admisible para este cable, incluido el factor de seguridad.¹⁷.

Las retenidas quedarán alineadas con el eje de la red o sobre la bisectriz del ángulo suplementario del de deflexión de la línea, cuando éste último no sobrepasa los 30°.

¹⁷ Corregida en diciembre 20 de 2011

La localización del viento no debe obstaculizar el tránsito peatonal y vehicular como en accesos a edificaciones, garajes, etc.

Entizar con alambre galvanizado No. 12 y grapaprensa tres tornillos. La varilla de anclaje será de 5/8" x 1,80 metros.

La varilla de anclaje llevará una posición oblicua y en la misma dirección del templete. La posición de la misma debe ser tal que éste forme un ángulo no mayor de 65° con la horizontal, lo que sugiere que no debe existir entre la perforación de la varilla y la base de la estructura una distancia inferior a 0.46 h, siendo h la altura libre hasta el punto de amarre del viento. Lo anterior para los vientos directos a tierra.

Las varillas quedarán por fuera del suelo entre 5 y 10 cm y orientadas sus perforaciones en la dirección del cable de retenida.

Los anclajes para las líneas de distribución primaria podrán ser de concreto, construidos de acuerdo con lo establecido en el capítulo de materiales. En su defecto se podrán emplear retales de ángulo galvanizado en caliente de 3" x 3" x 1/4" x 0.5 m; teniendo en cuenta las características mecánicas del vano que soportarán.

Para nivel de media tensión se empleará aislador tensor de 4.5" norma ANSI 54-2. Se ubicará un aislador tensor a 3.0 metros del amarre del viento al poste.

Se utilizará guardacabo de ½" galvanizado en caliente para la protección del cable en el punto de sujeción a la varilla de anclaje.

Para vanos especiales o conductores pesados, se deben presentar cálculos que justifiquen todos los elementos.

6.6.1. TIPOS

6.6.1.1. TEMPLETE CONVENCIONAL

La retenida convencional se debe colocar a una distancia no menor a 2/3 de la altura libre del apoyo, en el área urbana con dificultadas de ubicación y entre 0.85h y 1h (altura libre del apoyo) para zona rural. No obstante, donde haya suficiente espacio, el templete tendrá una separación de la base del poste igual a la altura libre del poste.

6.6.1.2. TEMPLETE CON POSTE AUXILIAR

Se empleará donde no es posible utilizar viento convencional, generalmente en los cruces de vía donde el cable del viento no puede quedar a una distancia del apoyo mayor de 6.6 metros.

Para tenderlo se debe entonces implementar un poste de altura inferior al de la red primaria y construirle un templete directo a tierra al mismo. Posteriormente entre éste y el poste primario a retener se tenderá el tramo de cable de acero galvanizado de 3/8" con el respectivo aislador tensor.

La rienda del templete hacia el poste primario se construirá por debajo de éste impidiendo su deslizamiento.

6.6.1.3. POSTE PIEAMIGO

En puntos donde es imposible la ubicación de templetes opuestos a la red, se puede implementar un apoyo que se ubique hacia la línea y que soporte la estructura en su posición vertical.

Dicho apoyo, denominado pieamigo está conformado por un poste de igual longitud del empleado en la estructura y ubicado en posición oblicua, acoplado al poste inmediatamente por debajo de la cruceta usando dos ángulos de 3" x 3" x 1/4" x 0.3 m sujetados a sendos postes con collarines de 5 a 6".

6.7. PUESTAS A TIERRA

En líneas provistas de cable de guarda cada 500 metros irá puesta a tierra, además de todas aquellas que posean subestaciones, secciones y descargadores de sobretensión.

La puesta a tierra debe ser único para cable de guarda, neutro, descargadores de sobretensión y carcaza del transformador.

En todos los casos cuando la estructura sea existente se empleará cable de cobre desnudo con calibre no inferior al 4 AWG o cable de acero galvanizado de 3/8" (50 mm²), el cual podrá ser de grado común por la no exigencia de requerimientos mecánicos. Podrá además emplearse cualquier conductor aceptado por el RETIE siempre y cuando su área permita la adecuada conducción a tierra de las corrientes de cortocircuito calculadas para el respectivo sitio de conexión, no pudiendo ser inferior a la establecida en la tabla 16.1 del RETIE.

El conductor citado será tendido sobre la estructura en línea totalmente recta desde el punto de conexión en el cable de guarda o en los descargadores de sobretensión hasta su conexión con la varilla de puesta a tierra.

Antes de la llegada del cable de acero galvanizado a la sección empotrada, deberá emplearse un conector bimetálico para hacer la transición a cable de cobre desnudo en calibre 4 AWG o superior (de acuerdo con la exigencia del sitio), de tal manera que no se llegue con cable galvanizado a la varilla, impidiendo así enterrar este cable de acero.¹⁸

En postes de concreto centrifugado el conductor de puesta a tierra irá por dentro del mismo.

El conductor de tierra podrá ser protegido en postes existentes en los tres metros inferiores empleando un tubo conduit metálico de 1/2" x 3 m sujetado a la estructura con cinta de acero inoxidable.

Los apoyos de concreto, metal o fibra de vidrio a ser empleados en nuevas construcciones deberán tener espacio interior para la canalización del conductor de puesta a tierra.¹⁹

Cuando se trata de torres metálicas se dispondrá a 10 cm de su punta, a 2.0 m del empalme y a 2.0 de su base de aletas en platina de 1" x 1" x 1/4" y de 3" de longitud con perforación para sujeción mediante conector del cable de puesta a tierra. Tales platinas estarán soldadas al montante por su parte interna por cuatro bordes. Tendrán perforación de 9/16".

Todas las estructuras metálicas de la línea de media tensión estarán puestas a tierra.

A continuación, se resumen los valores recomendados de resistencia de puesta a tierra:

Tabla 16. VALORES RECOMENDADOS DE PUESTA A TIERRA

UBICACIÓN	RESISTENCIA MÁXIMA (Ω)
Estructuras y torres metálicas de líneas con cable de guarda	20
Subestaciones de alta y extra alta tensión	1
Subestación de media tensión en poste	10
Protección contra rayos	10
Acometida de neutro en baja tensión	25
Redes para equipos electrónicos sensibles ²⁰	10

¹⁸ Incorporado en marzo 31 de 2016

¹⁹ Modificado en agosto de 2009

²⁰ Incluido en enero 21 de 2014 acta 25.

La conexión de la bajante a tierra y la varilla se hará utilizando soldadura exotérmica o conector especial tipo cuña debidamente certificados por entidad acreditada ante la Superintendencia de Industria y Comercio.

Se emplearán electrodos de puesta a tierra de acero galvanizado en caliente o con recubrimiento de cobre electrodepositado o enchaquetado en frío de 5/8" x 2.40 m como mínimo. La varilla no puede ser golpeada al enterrarla, debiéndose aplicar agua para lograr su deslizamiento.

El electrodo será instalado a una distancia no inferior a 1.0 m, medida desde la estructura soporte.

Alrededor de la estructura se construirá una circunferencia de igual radio con cable calibre 4 AWG que será llevada igualmente a la varilla, junto con el conductor bajante de tierra.

Para disminuir la resistencia de puesta a tierra en caso de requerirse, se emplearán electrodos adicionales separados una distancia como mínimo igual al doble de la longitud del electrodo y conectados con cable de cobre de igual calibre.²¹

De no obtenerse los resultados esperados de resistencia de puesta a tierra, se procederá a mejorarla con contrapesos a una longitud de 30 m, preferiblemente en dirección de la zona más húmeda en cuyo extremo se conectaría una varilla de puesta a tierra. Se harán contrapesos hasta tener el valor en ohmios deseado.

En caso de no lograrse la resistencia de puesta a tierra deseada el constructor podrá emplear tratamiento de tierra con empleo de bentonita o tierra artificial de eficiencia comprobada y hacer las mediciones de rigor en el momento de instalación para garantizar los resultados.²²

6.8. EMPALMES DE CONDUCTORES

La selección y montaje de conectores deberá ceñirse a las recomendaciones de los fabricantes y deberán estar debidamente certificados por entidad acreditada ante la Superintendencia de Industria y Comercio.

Para el cierre de arcos primarios horizontales y verticales (goteras) se emplearán conectores de ranura paralela 3 tornillos. En circuitos alimentadores principales se empleará doble conector en cada arco.

²¹ Modificado en agosto de 2009

²² Insertado en agosto de 2009

Los empalmes rectos de los conductores en los vanos serán automáticos de tensión completa, o preformados, con autorización de un empalme máximo por vano, cuando el conductor sea de calibre igual o superior al 1/0 AWG.

En conductores de calibre inferior al 1/0 AWG se permite el empalme en derivación directo del cable en forma de "T", haciendo uso de cable ACSR de calibre 1/0 AWG con los hilos empalmados diez (10) centímetros a cada lado del conductor de derivación que se empalma.

El empalme de derivaciones en conductores de calibre igual o superior al 1/0 AWG se hará utilizando conector de compresión por tensión tipo tubular, de dimensión acorde con el calibre del conductor. Igualmente se emplearán los citados conectores para el cierre de arcos en estructuras en retención, empleando dos en cada unión.

Cuando se trate de trabajos en línea energizada será la CHEC quien ejecute la labor haciendo uso de su personal certificado, acorde con lo establecido en el RETIE.

6.9. ESTRIBO Y CONECTOR TRANSVERSAL

Con el propósito de reducir las aperturas de circuitos primarios y ramales por reemplazo de transformadores, equipos de corte y dispositivos de protección en las redes de distribución CHEC, que implican reclamaciones de los clientes, energía no suministrada, afectación a los indicadores de calidad y compensaciones, en los puntos de conexión de acometidas subterráneas, de transformadores de media tensión con voltajes primarios 33/13,2/7,6 kV se instalarán estribos en la red de forma tal que permita la conexión de la acometida o bajante mediante conector transversal o también llamado de línea viva.

Se permite la conexión de ramales a los troncales de circuitos mediante conector transversal siempre y cuando la corriente nominal del ramal sea inferior a 30 Amperios.

Se adopta la norma epm RA6-09 Instalación de estribo.