

**NORMA DE CONSTRUCCIÓN**

**NC - RA1 - 546**

Estructura en Hache configuración terminal con cruceta de 2400 mm y 4500 mm para red aérea nivel de tensión 44 kV, 34.5 kV y 33 kV

Control de cambios						
Versión <sup>1</sup>	Revisión <sup>2</sup>	Fecha	Naturaleza del cambio	Elaboró	Revisó	Aprobó
1	0	2023-01-13	Creación	CET <sup>1</sup>	Jefe Unidad CET NyL <sup>2</sup>	Gerente CET <sup>3</sup>
EPM CET NyL: Johan Sebastian Higuera Higuera, Gabriel Jaime Romero Choperena <sup>1</sup> ; Área Proyectos CHEC – CET: José Narcés Orozco Galeano <sup>1</sup> ; Área Proyectos ESSA – CET: Fredy Antonio Pico Sanchez <sup>1</sup> ; Área Gestión Operativa EDEQ – CET: Orlando Iván Ramírez Morales <sup>1</sup> ; Área Proyectos CENS – CET: Laura Burgos Graterón <sup>1</sup> ; Ramón Héctor Ortiz Tamayo <sup>2</sup> ; Luis Fernando Aristizábal Gil <sup>3</sup>						
						D0323010017010

<sup>1</sup> La versión es un estado documental que corresponde a cambios de fondo en el contenido de la norma.

<sup>2</sup> La revisión es un estado documental que obedece a cambios de forma y no sustanciales en el contenido de la norma. Se podrán tener varias revisiones para una única versión.

El uso de este documento es gratuito. No obstante, se prohíbe su reproducción y/o alteración total o parcial sin la autorización expresa de las empresas del Grupo EPM. Cualquier uso y/o aplicación de los documentos o su contenido es responsabilidad exclusiva de quien la efectúa.

## Contenido

1.	ALCANCE.....	4
2.	GENERALIDADES.....	4
3.	MODELO .....	7
4.	MATERIALES .....	9
5.	TENSIONADO DEL CONDUCTOR.....	11
6.	PUNTOS DE DISEÑO.....	11
7.	NOTAS GENERALES.....	12

Grupo **epm**<sup>®</sup>

## Lista de tablas

Tabla 1. <i>Calibres de conductores para redes a 44 kV, 34.5 kV y 33 kV.</i> .....	5
Tabla 2. <i>Materiales y cantidades para cada opción de montaje</i> .....	9
Tabla 3. <i>Materiales opcionales</i> .....	10
Tabla 4. <i>Características para construcción de estructura terminal: montaje a con viento y sin bayoneta</i> .....	11
Tabla 5. <i>Características para construcción de estructura terminal: montaje b con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro</i> .....	12

## Lista de figuras

Figura 1. <i>Vista isométrica</i> .....	7
Figura 2. <i>Vista frontal</i> .....	8
Figura 3. <i>Vista en planta</i> .....	9

Grupo **epm**<sup>®</sup>

## 1. Alcance

Esta norma tiene como propósito establecer los requisitos técnicos para el diseño, construcción y mantenimiento de redes aéreas de distribución de energía eléctrica con niveles de tensión a 44 kV, 34.5 kV y 33 kV con estructuras en Hache configuración terminal, teniendo en cuenta las condiciones límites resultantes del análisis electromecánico de las estructuras. Los requisitos técnicos de esta norma aplican para el sistema de distribución de energía eléctrica de las empresas del Grupo EPM.

En el Anexo I del documento se presenta información complementaria sobre las curvas de utilización de la estructura.

## 2. Generalidades

La presente norma se sustenta teóricamente en el documento GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción Grupo EPM y sus anexos. Es aplicable a todas las condiciones climáticas y meteorológicas encontradas en las áreas de influencia del Grupo EPM en Colombia. La norma ha sido elaborada con base en las condiciones de clima cálido, altitudes hasta 1000 msnm y velocidad de viento máxima de 100 km/hora, siendo estas las condiciones más desfavorables para el diseño de las estructuras. No obstante, no limita al diseñador de la red para evaluar otras condiciones particulares por medio de la metodología definida en el documento GM-12.

La estructura se evalúa en condición normal como hipótesis de carga (conductores y cable de guarda sanos en condición de viento máximo). El análisis mecánico de los postes considera un 10% adicional sobre la capacidad de estos, para tener en cuenta la instalación de infraestructura de telecomunicaciones.

El análisis electromecánico emplea poste de concreto de 14 m y 1050 kgf monolítico; no obstante, podrán ser empleados postes de igual longitud y capacidad de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) o metálico (acero).

Cuando se requiera cumplir con distancias verticales de seguridad en zonas de cultivo o arborizadas, se podrá implementar el uso de postes de mayor longitud (16 m y 18 m) conservando como mínimo la capacidad mecánica definida.

En redes con tensión igual a 33 kV o 34.5 kV:

- Se utiliza aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 3 aisladores).
- Para zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 4

aisladores) o aislador polimérico tipo suspensión 48 kV ANSI C29.13 clase DS-46, clevis distancia de fuga 900 mm.

- Para zonas de alta densidad de descargas atmosféricas utilizar aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 3 aisladores) CFO 315kV o aislador polimérico tipo suspensión 38 kV ANSI C29.13 clase DS-35 CFO 250kV

En redes con tensión igual a 44 kV:

- Se utiliza aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 3 aisladores).
- Para zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 4 aisladores) o aislador polimérico tipo suspensión 72.5 kV ANSI C29.13 clase DS-69 clevis – lengüeta distancia de fuga 1190 mm.
- Para zonas de alta densidad de descargas atmosféricas utilizar aislador polimérico tipo suspensión 48 kV ANSI C29.13 clase DS-46 clevis CFO 290kV.

Se pueden emplear aisladores fabricados en vidrio de las mismas clases y características definidas.

Los conductores utilizados en la verificación de esta norma son tipo ACSR (Conductor de aluminio con refuerzo de acero) y sus equivalentes tipo AAAC (Conductor de aleación de aluminio), los calibres utilizados son:

**Tabla 1. Calibres de conductores para redes a 44 kV, 34.5 kV y 33 kV.**

ACSR	AAAC
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)
336.4 kcmil (Linnet)	394.5 kcmil (Canton)

En los montajes con bayoneta se utilizará cable de acero recubierto de aluminio 7x8 AWG como cable de guarda. Como cable neutro se utiliza 2/0 ACSR (GA o AW).

La norma técnica RA8-022 describe en detalle las acciones que se deben ejecutar sobre las redes de distribución de energía que se ubican en zonas especiales.

La estructura debe estar acompañada de un sistema de puesta a tierra, de acuerdo con los requisitos de la norma RA6-010 "Puesta a tierra de redes de distribución eléctrica". En todo caso, las redes con neutro corrido o cable de guarda deben estar puestas a tierra sólidamente cada 3 apoyos y, en las estructuras terminales.

Los vientos o retenidas se deben construir de acuerdo con los detalles de instalación y materiales que se describen en la norma técnica RA6-001 "Instalación de vientos o retenidas"

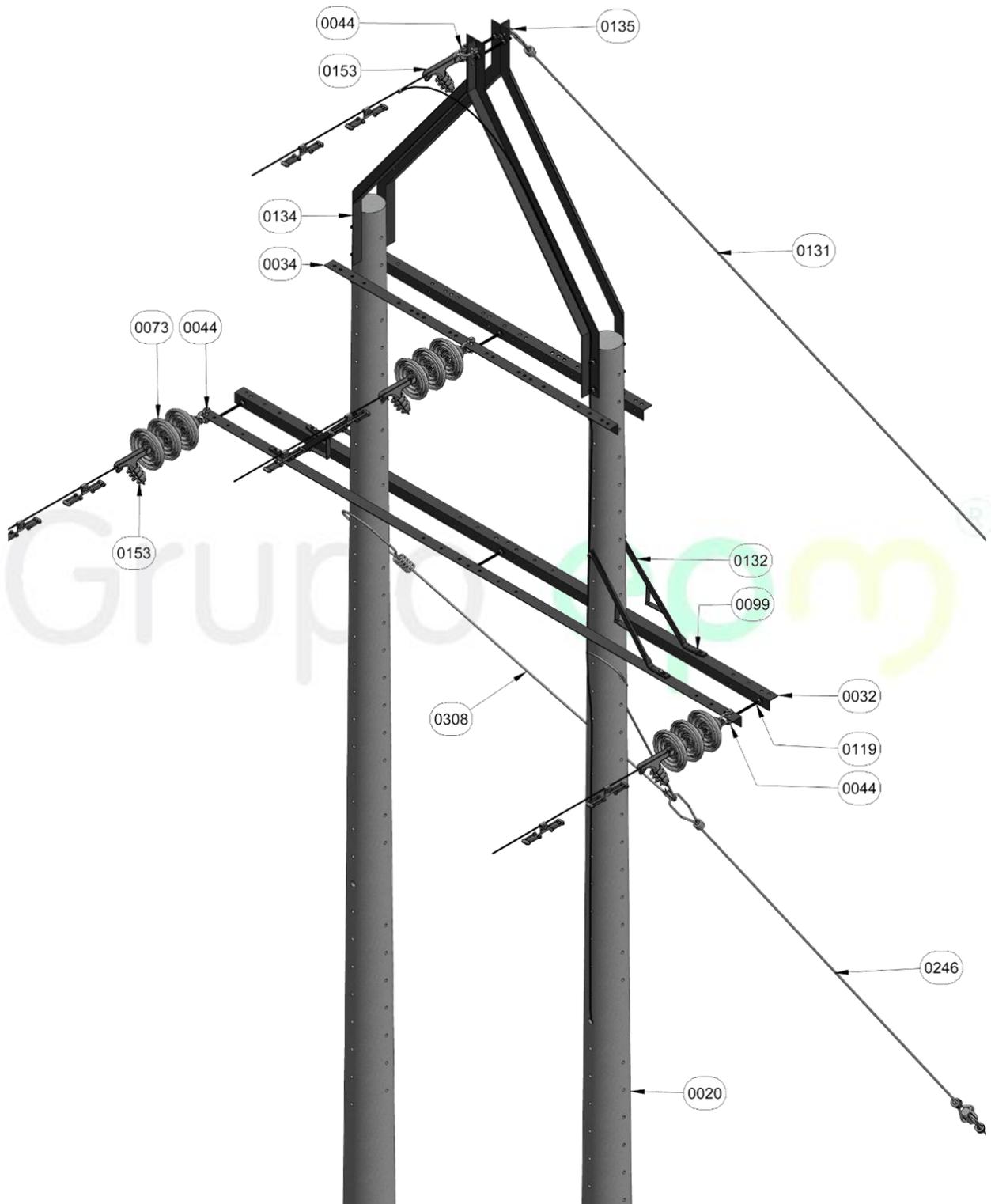
Durante la implementación de esta estructura se debe tener en cuenta la constitución o definición de la zona de servidumbre de acuerdo con la norma técnica RA6-040 Distancias de seguridad y servidumbres en redes de distribución.

Cuando sea necesario realizar un cambio en alguno de los criterios o variables consideradas, el diseñador o constructor deberá remitirse al documento GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción Grupo EPM y sus anexos.

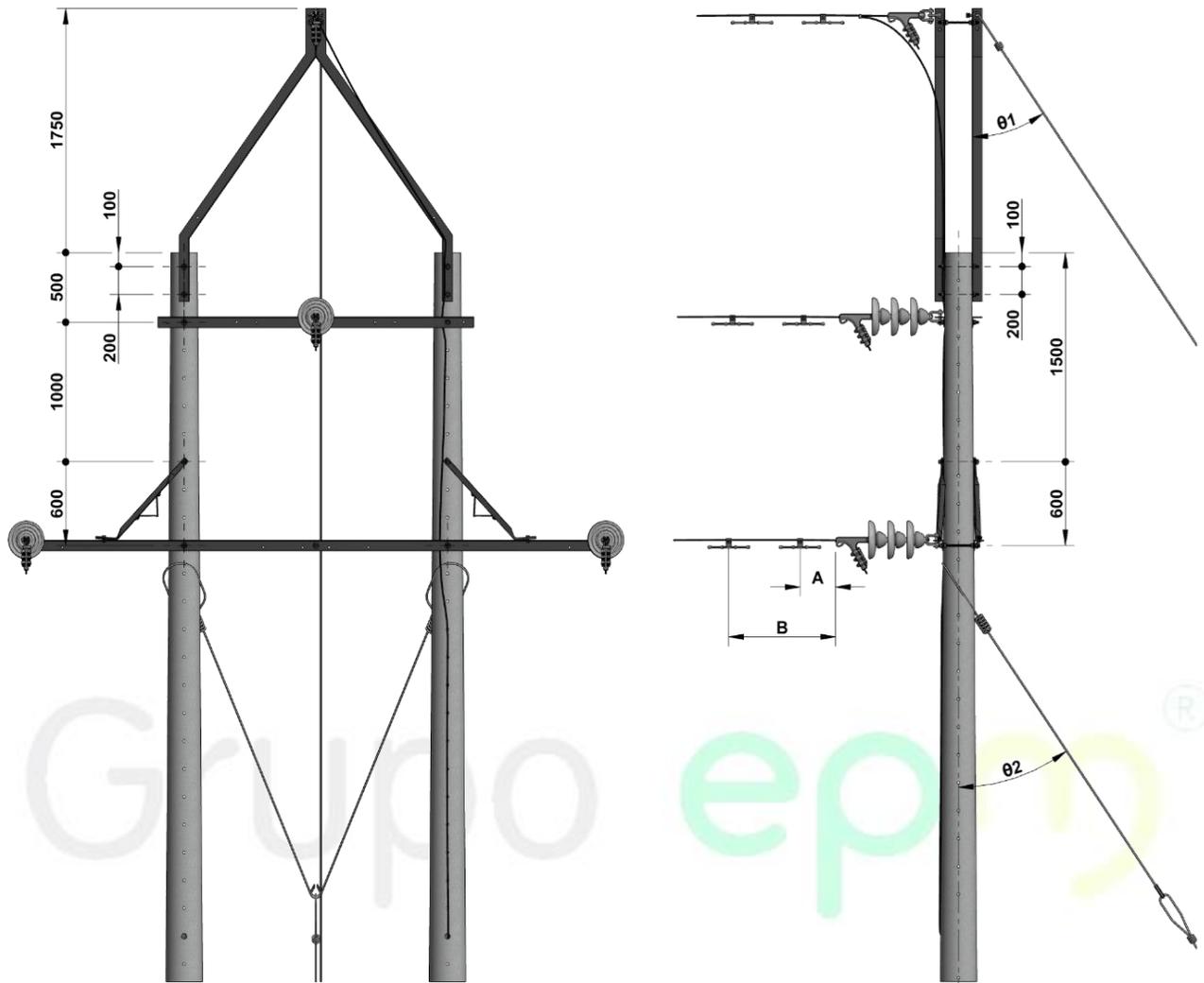


### 3. Modelo

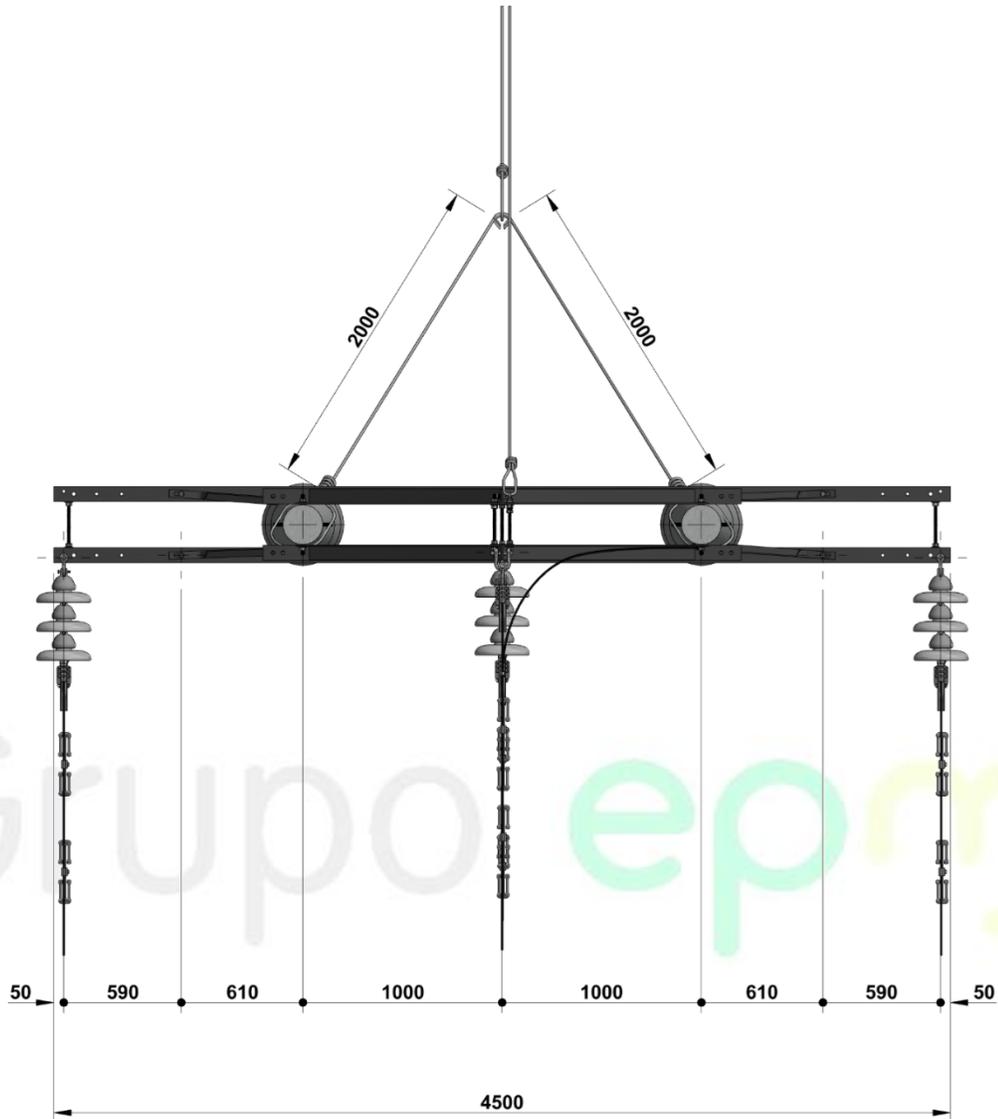
Figura 1. Vista isométrica



**Figura 2. Vista frontal**



**Figura 3. Vista en planta**



#### 4. Materiales

**Tabla 2. Materiales y cantidades para cada opción de montaje**

Código id.	Descripción técnica	Referencia	Código JDE	Cantidad por montaje			
				a	b	c	d
0020 <sup>(1)</sup> (ver tabla 3)	Poste de concreto de 14 m y 1050 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200023	2	2		
0032	Cruceta metálica 4500 mm 3'' x 3'' x ¼''	ET-TD-ME03-02	217212	2	2		
0034	Cruceta metálica 2400 mm 3'' X 3'' X ¼''	ET-TD-ME03-02	211275	2	2		
0044	Eslabón en U 5/8" forjado galvanizado	ET-TD-ME03-11	211318	3	5		
0073 (ver tabla 3)	Aislador suspensión porcelana 48 kV 10 ¾'' ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-01	200147	9	9		

Código id.	Descripción técnica	Referencia	Código JDE	Cantidad por montaje			
				a	b	c	d
0153 (ver tabla 3)	Grapa de retención aluminio tipo pistola 2/0AWG-266.8 kcmil	ET-TD-ME03-22	213341	3	4		
0099	Tornillo de máquina cabeza hexagonal acero galvanizado 5/8" X 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438	4	8		
0119	Esparrago 5/8" x 12"	ET-TD-ME03-19	211392	10	16		
0131	Retenida convencional a suelo o poste auxiliar cable de acero extra resistente diámetro 1/4" poste 14 m	RA6-001			1		
0132	Diagonal metálica recta 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" 1200 mm	ET-TD-ME03-04	222317	4	4		
0134	Bayoneta metálica riostra 3"x3" 1/4" separación 2000 mm	ET-TD-ME03-02	211301		2		
0135	Tornillo cáncamo macho acero forjado C15 11/16" x 5/16"	ET-TD-ME03-37	268390		1		
0146	Guardacabo de acero galvanizado 5/8"	ET-TD-ME03-12	211402	1	1		
0246 <sup>(2)</sup> (ver tabla 3)	Retenida convencional a suelo o poste auxiliar cable de acero extra resistente diámetro 3/8" poste 14 m	RA6-001		1	1		
0308 <sup>(2)(5)(6)</sup>	Retenida en "Y" a suelo o poste auxiliar cable de acero extra resistente diámetro 3/8" poste 14 m	RA6-001		1	1		
2009 <sup>(3)(4)</sup>	Amortiguador stockbridge aluminio 1/0 AWG a 477 kcmil con grapa de sujeción	ET-TD-ME03-55	-				
<p>Notas:</p> <p>(1) Consultar el listado de artículos y agrupadores el número de artículo del poste requerido, según el material y características</p> <p>(2) Los componentes y cantidades asociadas a la instalación de los vientos se detallan en la norma RA6-001: Instalación de vientos.</p> <p>(3) Consultar el listado de artículos y agrupadores el número de artículo el conector requerido, según el calibre del conductor.</p> <p>(4) La cantidad de amortiguadores y su ubicación debe ser definida de acuerdo con la longitud del vano, el diámetro del conductor y el tipo de terreno, según se indica en la norma RA6-019.</p> <p>(5) El diámetro del cable de retenida cambia para conductores de fase de mayor peso, ver numeral 7.</p> <p>(6) El numeral 7 presenta información complementaria como ángulos y longitudes requeridas para la instalación de la retenida.</p> <p>Opciones de montaje:</p> <p>a. Con retenida y sin bayoneta</p> <p>b. Con retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro</p> <p>c. Sin retenida y sin bayoneta</p> <p>d. Sin retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro</p>							

En esta norma también se permitirá el uso de los materiales mostrados en la Tabla 3 como opcionales, de acuerdo con requerimientos particulares para la utilización de la estructura.

**Tabla 3. Materiales opcionales**

Código id.	Descripción técnica	Referencia	Código JDE
0073	Aislador suspensión polimérico 48 kV ANSI C29.13 clase DS-46 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-04	200141
0073	Aislador suspensión polimérico 38 kV ANSI C29.13 clase DS-35 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-04	200140
0077	Grapa de retención aluminio tipo pistola 4/0AWG a 336.4 kcmil	ET-TD-ME03-22	217324
0246	Retenida convencional a suelo o poste auxiliar cable de acero extra resistente diámetro 1/4"	RA6-001	

0020	Poste fibra de vidrio 14 m 1050 kgf monolítico	ET-TD-ME04-02	200066
0020	Poste metálico 14 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200084
0020	Poste concreto 14 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-01	215641
0020	Poste fibra de vidrio 14 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	215648
0020	poste concreto 16 m 1050 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200031
0020	poste fibra de vidrio 16 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	215232
0020	poste metálico 16 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200085
0020	Poste fibra de vidrio 18 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200069
0020	Poste metálico 18 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200086

## 5. Tensionado del conductor

El cálculo mecánico de los conductores se muestra en el documento GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción Grupo EPM y se hace para las siguientes condiciones limitantes.

- Hipótesis A. Máxima velocidad del viento (temperatura mínima y viento máximo).
- Hipótesis B. Mínima temperatura (temperatura mínima y sin viento).
- Hipótesis C. Operación Diaria (Tensión diaria promedio, EDS).
- Hipótesis D. Máxima flecha (Temperatura máxima, sin viento).

Los valores de tensión y flecha de los cables a diferentes temperaturas, para su tendido, se encuentran en el documento ANX-12D: Tablas de tendido de los cables desnudos. Mientras que, las condiciones mecánicas limitantes se encuentran en el documento ANX-12B: Tablas de cálculo mecánico de conductores.

## 6. Puntos de diseño

**Tabla 4. Características para construcción de estructura terminal: montaje a con retenida y sin bayoneta**

Conductores		Vano máximo	Vano peso	Retenida en las fases	$\Theta 2$	Cruceta superior	Cruceta inferior
ACSR	AAAC	[m]	[m]	[pulgada]	[°]	[pulgada]	[pulgada]
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	85	85	1/4 en Y	40	3x3x1/4	3x3x1/4
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	200	200	3/8 en Y	40	3x3x1/4	4x4x1/4
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	200	200	3/8 en Y	40	3x3x1/4	4x4x1/4
336.4 kcmil (Linnet)	394.5 kcmil (Canton)	52	52	3/8 en Y	40	3x3x1/4	4x4x5/16

Notas:

1. Vano máximo admisible en terreno plano de 160 m.

2. Vano máximo admisible por separación de fases de 800 m.
3. El vano máximo de cada conductor definido en la tabla anterior corresponde a la verificación de la estructura terminal con retenida y sin bayoneta.
4. Todas las retenidas en la estructura llegan al mismo punto en la superficie del terreno, y este punto es definido por la retenida a mayor altura, es decir, el viento en la fase superior, que debe ser mínimo de 40° con la vertical del poste ( $\Theta_2$ ).
5. Se utiliza la configuración de retenida en “Y” y, la longitud de los cables que forma la “V” debe ser mínimo de 2 metros (ver figura 3).

**Tabla 5. Características para construcción de estructura terminal: montaje b con retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro**

Conductores		Vano máximo	Vano peso	Retenida en las fases	Retenida en la bayoneta	$\Theta_1$	Cruceta superior	Cruceta inferior
ACSR	AAAC	[m]	[m]	[pulgada]	[pulgada]	[°]	[pulgada]	[pulgada]
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	75	75	1/4 en Y	1x1/4	30	3x3x1/4	3x3x1/4
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	200	200	3/8 en Y	1x1/4	30	3x3x1/4	4x4x1/4
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	200	200	3/8 en Y	1x1/4	30	3x3x1/4	4x4x1/4
336.4 kcmil (Linnet)	394.5 kcmil (Canton)	70	70	3/8 en Y	1x1/4	30	3x3x1/4	4x4x5/16

**Notas:**

1. Vano máximo admisible en terreno plano de 160 m.
2. Vano máximo admisible por separación de fases de 800 m.
3. El vano máximo de cada conductor definido en la tabla anterior corresponde a la verificación de la estructura terminal con viento a suelo y con bayoneta (ver figuras 1, 2 y 3).
4. Todas las retenidas en la estructura llegan al mismo punto en la superficie del terreno, y este punto es definido por la retenida a mayor altura, es decir, el viento en la bayoneta, que debe ser mínimo de 30° con la vertical del poste ( $\Theta_1$ ).
5. Se utiliza la configuración de retenida en “Y” y, la longitud de los cables que forma la “V” debe ser mínimo de 2 metros (ver figura 3).

**7. Notas generales**

- a. Todas las dimensiones, en las figuras, están dadas en milímetros.
- b. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV) y muy fuerte (V) o costera se debe utilizar conductores AAAC.
- c. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV) y muy fuerte (V) o costera se debe utilizar poste en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). ET-TD-ME04-02.
- d. En zonas con nivel de contaminación media fuerte (IV) y muy fuerte (V) o costera se debe emplear herrajes de acero inoxidable y estructuras PRFV.
- e. En caso de que el poste no tenga las perforaciones indicadas en los planos, se puede utilizar abrazadera o collarín fabricados según NTC 2663 con carga máxima a tensión de 30 KN y carga máxima cortante de 24 KN. Especificación técnica ET-TD-ME03-08.