

# NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400mm

<b>Fecha</b>	2020-06-29	
<b>Revisión</b>	0	
<b>Naturaleza del cambio</b>	Creación de la norma	
<b>Elaboró</b>		Área Proyectos CHEC - CET
		Área Proyectos CENS - CET
		Área Gestión Operativa - CET
		Área Proyectos ESSA - CET
		Unidad CET Normalización y Laboratorios
<b>Revisó</b>	Unidad CET Normalización y Laboratorios	
<b>Aprobó</b>	Gerencia Centros de Excelencia Técnica	

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICAS</b>	<b>NC - RA1 - 103</b>	<b>REV 0</b>
	<b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 1 de 16

## 1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en delta denominada NC-RA1-103 del Grupo EPM, teniendo en cuenta las condiciones límites resultantes del análisis electromecánico de las estructuras.

## 2 ALCANCE

Esta norma es aplicable en el diseño de redes con niveles de tensión a 44kV, 34.5kV y 33kV, del sistema de distribución del Grupo EPM.

Este documento está dirigido a ingenieros y técnicos, encargados del diseño, construcción y mantenimiento.

## 3 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 esta evaluada mecánicamente para condición normal de hipótesis de carga (conductores y cable de guarda sanos en condición de viento máximo), y para uso como estructura de amarre, evaluada en condición anormal de hipótesis de carga (conductores de fase rotos), no se evalúa para condición anormal de cable de guarda roto.

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 14m y 1050kgf 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 (16m y 18m) conservando como mínimo la capacidad mecánica definida.

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

- Se utiliza aislador poste porcelana 48kV 15" ANSI C29.7 clase 57-3 y aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 3 aisladores).

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 103	REV 0		
	<b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 2 de 16

- Para zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar aislador poste polimérico 48kV 18.1" ANSI C29.18 clase 51-4F distancia de fuga 850mm y distancia de arco 311.15 mm, 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 900mm.
- Para zonas de alta densidad de descargas atmosféricas utilizar aislador poste polimérico 48kV 18.1" ANSI C29.18 clase 51-4F, CFO 250kV y, 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 poste polimérico 46 kV 25.9" ANSI C29.18, clase 51-16 grapa vertical y, 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 poste polimérico 46 kV 25.9" ANSI C29.18, clase 51-16 grapa vertical, distancia de fuga 1295.4 mm y distancia de arco 488.9 mm y, 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 1190mm.
- Para zonas de alta densidad de descargas atmosféricas utilizar aislador poste polimérico 46 kV 25.9" ANSI C29.18, clase 51-16 grapa vertical CFO 300 kV y, 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 44kV, 34.5kV y 33kV.**

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.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 103	REV 0
	<b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>		
	CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A 	ESCALA: N/A
			PÁGINA: 3 de 16

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.*

Grupo **epm**<sup>®</sup>

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 103	REV 0
	<b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 4 de 16	

## 4 MODELO

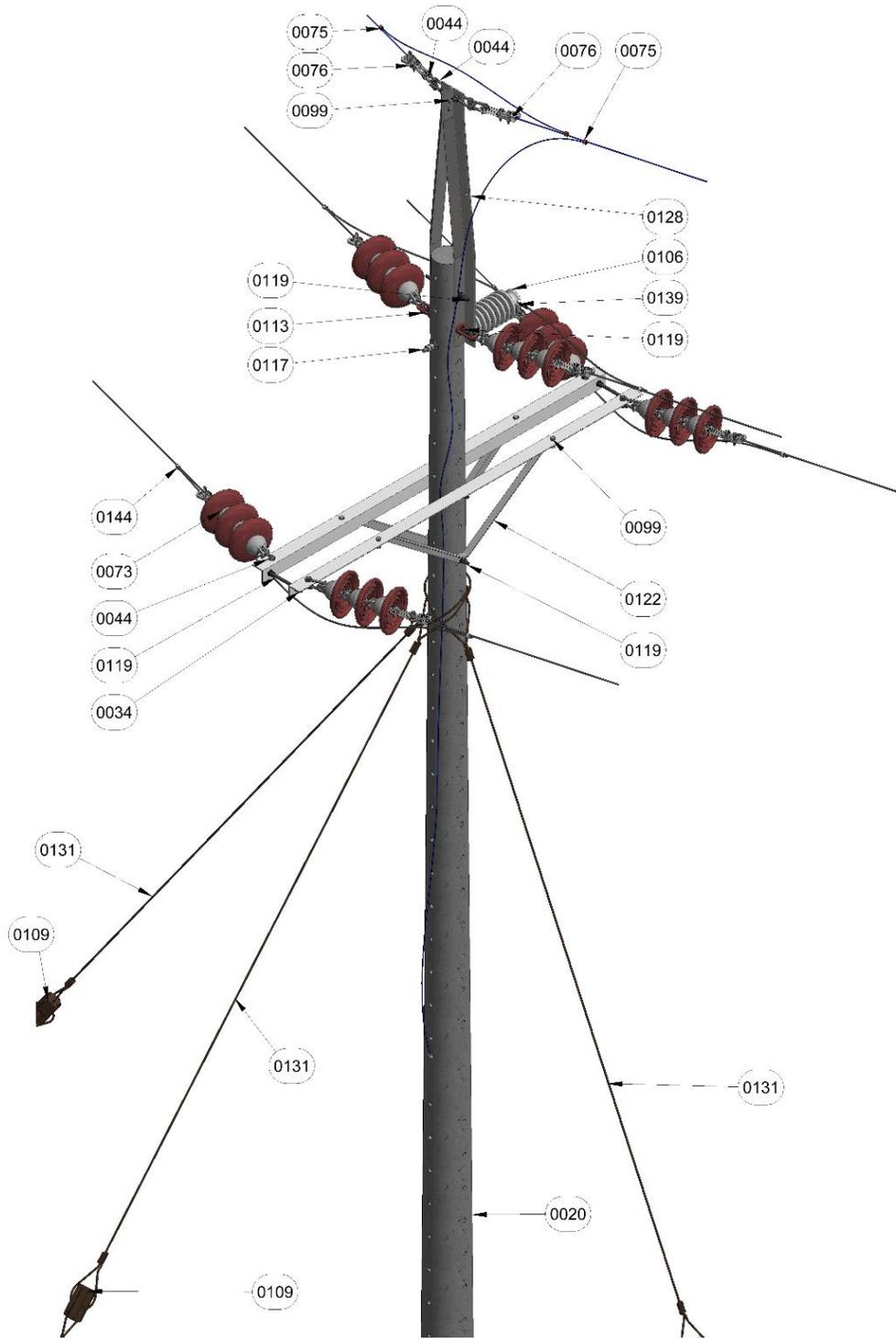


Figura 1. Vista isométrica.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 103	REV 0
	<b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 5 de 16

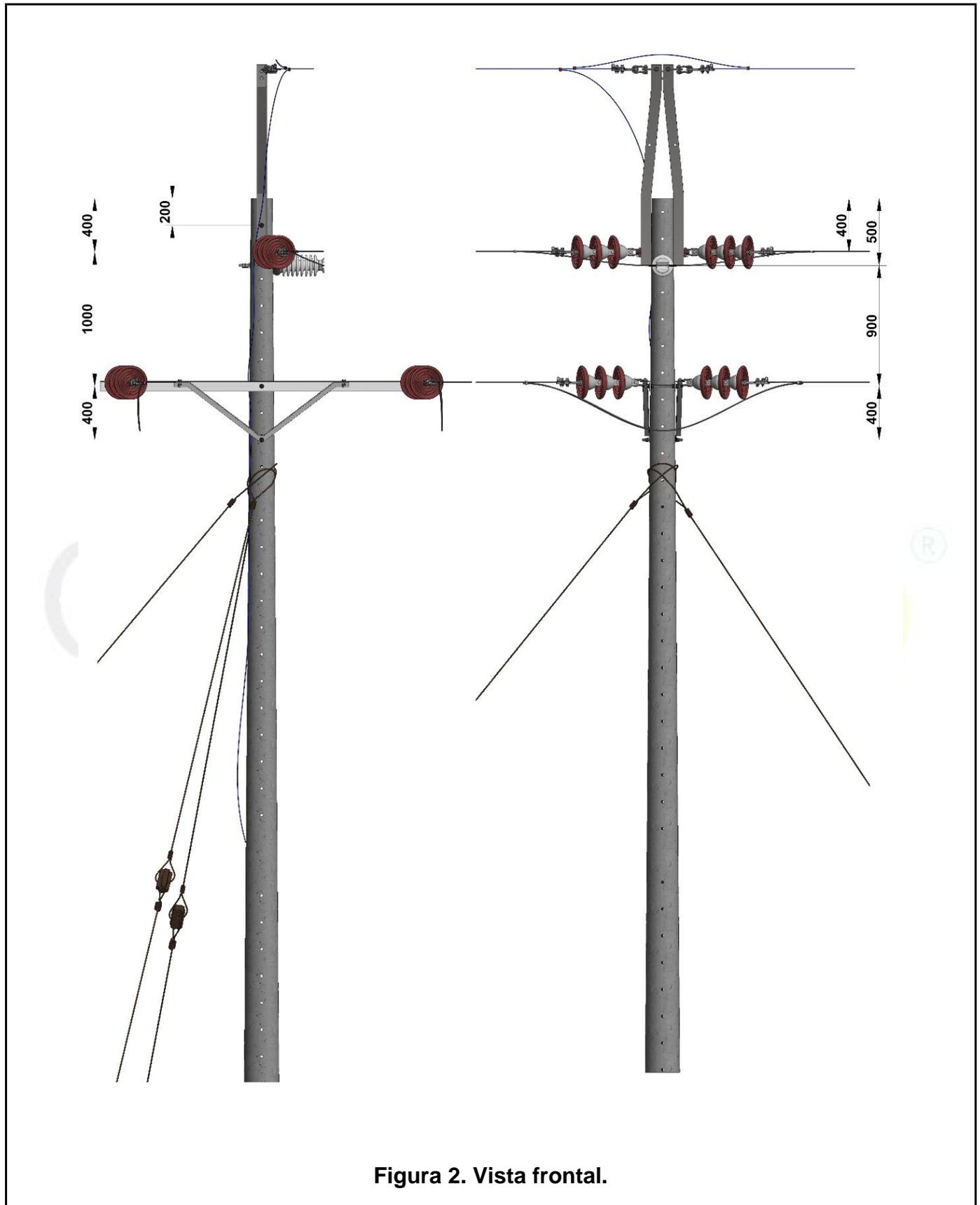


Figura 2. Vista frontal.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 103	REV 0		
	<p align="center"><b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b></p>				
<p>CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS</p>	<p>ANSI A</p>		<p>ESCALA: N/A</p>	<p>UNIDAD DE MEDIDA: mm</p>	<p>PÁGINA: 6 de 16</p>

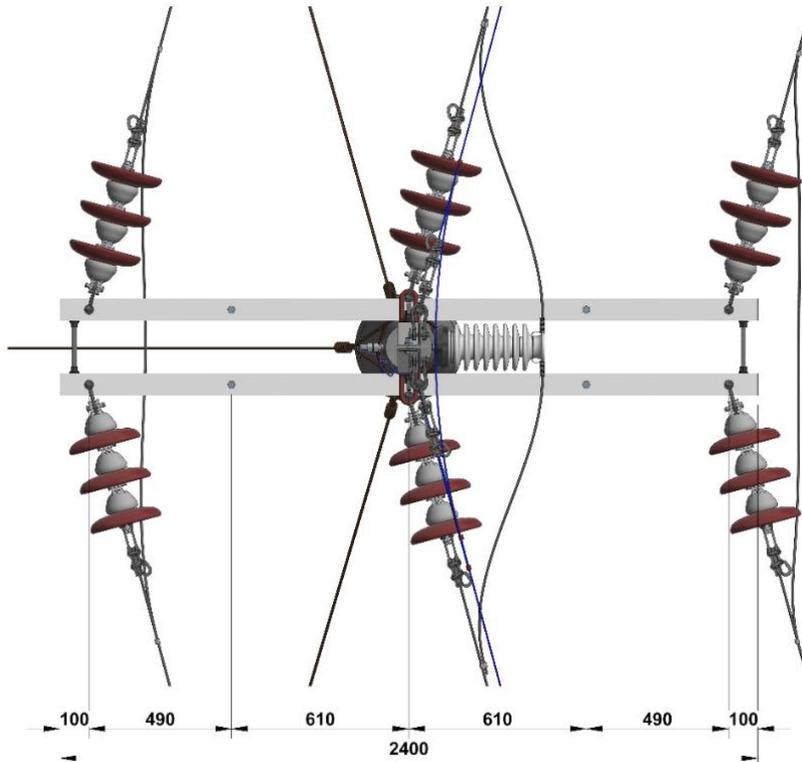


Figura 3. Vista en planta.

## 5 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 2. Listado de materiales estructura NC-RA1-103

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
0021 <sup>(1)</sup> (ver tabla 3)	Poste de concreto de 14m y 1350kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200024			1	1
0020 <sup>(1)</sup> (ver tabla 3)	Poste de concreto de 14m y 1050kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200023	1	1		
0034	Cruceta metálica 2400mm 3" x 3" x 1/4"	ET-TD-ME03-02	211275	2	2	2	2
0044	Eslabón en u 5/8" forjado galvanizado	ET-TD-ME03-11	211318	6	10	6	10
0073 (ver tabla 3)	Aislador suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-01	200147	18	18	18	18
0076	Grapa de retención aluminio recta 4 AWG a 2/0 AWG	ET-TD-ME03-22	213335		2		2
0077 (ver tabla 3)	Grapa de retención aluminio recta 2/0 AWG a 266.8 Kcmil	ET-TD-ME03-22	213336	6	6	6	6
0099	Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8" X 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438	4	6	4	6
0106 (ver tabla 3)	Aislador poste porcelana 48kv 15" ANSI C29.7 clase 57-3	ET-TD-ME02-01	200153	1	1	1	1
0113	Tuerca de ojo alargada 5/8"	ET-TD-ME03-09	211356	2	2	2	2
0117	Espigo (perno) largo portaislador tipo poste 250x21 mm rosca 3/4" cruceta fibra de vidrio y poste	ET-TD-ME03-20	213698	1	1	1	1

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICAS</b>	<b>NC - RA1 - 103</b>	REV 0
	<b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 7 de 16

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
0119	Esparrago 5/8" x 12"	ET-TD-ME03-19	211392	5	6	5	6
0122	Diagonal metálica en V 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	ET-TD-ME03-04	211294	2	2	2	2
0128 <sup>(2)</sup>	Bayoneta metálica doble 1500mm x 3" x 3" x 1/4"	ET-TD-ME03-03	211300		1		1
0131 <sup>(3)</sup>	Viento convencional a suelo cable de acero extra resistente calibre 1/4"	RA6-001	-	3	3		
0139 <sup>(4)</sup>	Alambre de amarre de aluminio 4 AWG desnudo	ET-TD-ME01-15	213943	2	2	2	2
0144 <sup>(5)</sup>	Conector compresión tipo H aluminio 1/0 AWG a 266.8 kcmil (según calibre)	ET-TD-ME11-01	-	12	16	12	16

Notas:

- (1) Consultar en la tabla de materiales opcionales o en su defecto, en el listado de artículos y agrupadores el número de artículo del poste requerido, según el material y características.
- (2) En las redes de distribución donde la estructura no requiera apantallamiento, pero se deba instalar cable neutro, la bayoneta se podrá eliminar y el neutro se asegura al poste, se debe incluir en el montaje un esparrago y dos tuercas de ojo.
- (3) Los componentes y cantidades asociadas a la instalación de los vientos se detallan en la norma RA6-001: Instalación de vientos
- (4) Las cantidades para los conductores están expresadas en la unidad de metros
- (5) Consultar el listado de artículos y agrupadores el número de artículo el conector requerido, según el calibre del conductor.

Donde: a → Montaje con viento y sin bayoneta  
b → Montaje con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro  
c → Montaje sin viento y sin bayoneta  
d → Montaje sin viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro

En esta norma también se permitirá el uso de los materiales mostrados en la Tabla 3 como opcionales.

**Tabla 3. Materiales opcionales**

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE
0077	Grapa de retención aluminio recta 4AWG a 2/0AWG	ET-TD-ME03-22	213335
0077	Grapa de retención aluminio tipo pistola 2/0AWG-266.8KCMIL	ET-TD-ME03-22	213341
0077	Grapa de retención aluminio tipo pistola 4/0AWG a 336.4 kcmil	ET-TD-ME03-22	217324
0106	Aislador poste polimérico 48kV 18.1" ANSI C29.18 clase 51-4F	ET-TD-ME02-04	200166
0106	Aislador poste polimérico 46kV 25.9" ANSI C29.18 clase 51-16 grapa vertical.	ET-TD-ME02-04	266301
0073	Aislador suspensión polimérico 48kV ANSI C29.13 clase DS-46 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-04	200141
0073	Aislador suspensión polimérico 38kV ANSI C29.13 clase DS-35 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-04	200140
0073	Aislador suspensión polimérico 72.5 kV ANSI C29.13 clase DS-69 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-04	200168
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
0021	Poste fibra de vidrio 14 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200067
0021	Poste metálico 14 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	214750
0020	poste concreto 16m 1050kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200031
0020	poste fibra de vidrio 16m 1050kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	215232
0020	poste metálico 16m 1050kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200085

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICAS</b>	<b>NC - RA1 - 103</b>	REV 0
 <b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>			
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 8 de 16

0021	Poste concreto 16 m 1350 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200032
0021	Poste fibra de vidrio 16 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200068
0021	Poste metálico 16 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	214753
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
0021	Poste fibra de vidrio 18 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200070
0021	Poste metálico 18 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200087
0021	Poste fibra de vidrio 18 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200070
0021	Poste metálico 18 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200087

Grupo 

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 103	REV 0
	<b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 9 de 16

## 6 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 sus anexos*, 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).

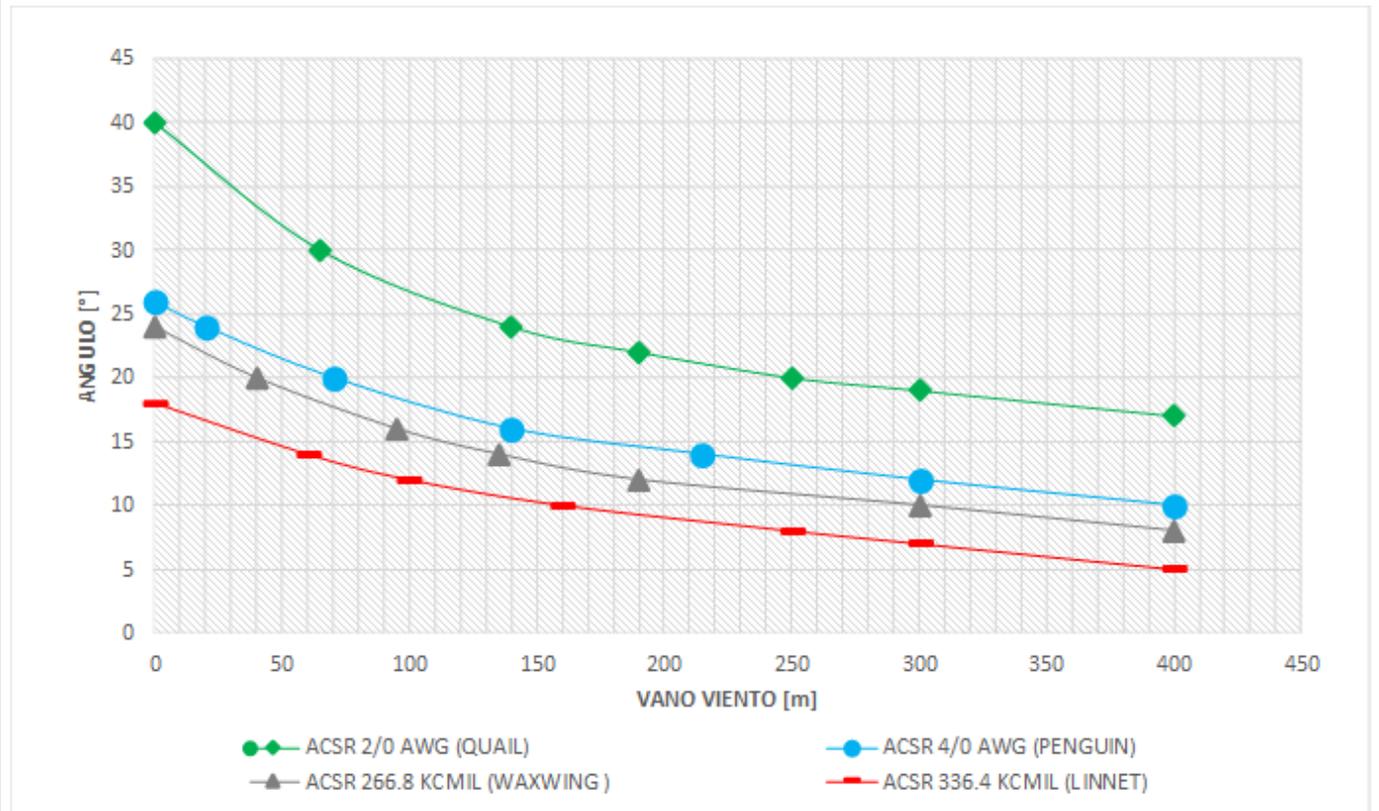
Los valores de tensión y flecha de los cables a diferentes temperaturas, para su tendido, se encuentran en el documento *ANX-12D: Tablas de tendido de los cables desnudos*. Mientras que, las condiciones mecánicas limitantes se encuentran en el documento *ANX-12B: Tablas de cálculo mecánico de conductores*.

Grupo 

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 103	REV 0		
	<b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 10 de 16

## 7 CURVAS DE UTILIZACIÓN ESTRUCTURA EN RETENCIÓN

### Montaje a: con viento y sin bayoneta

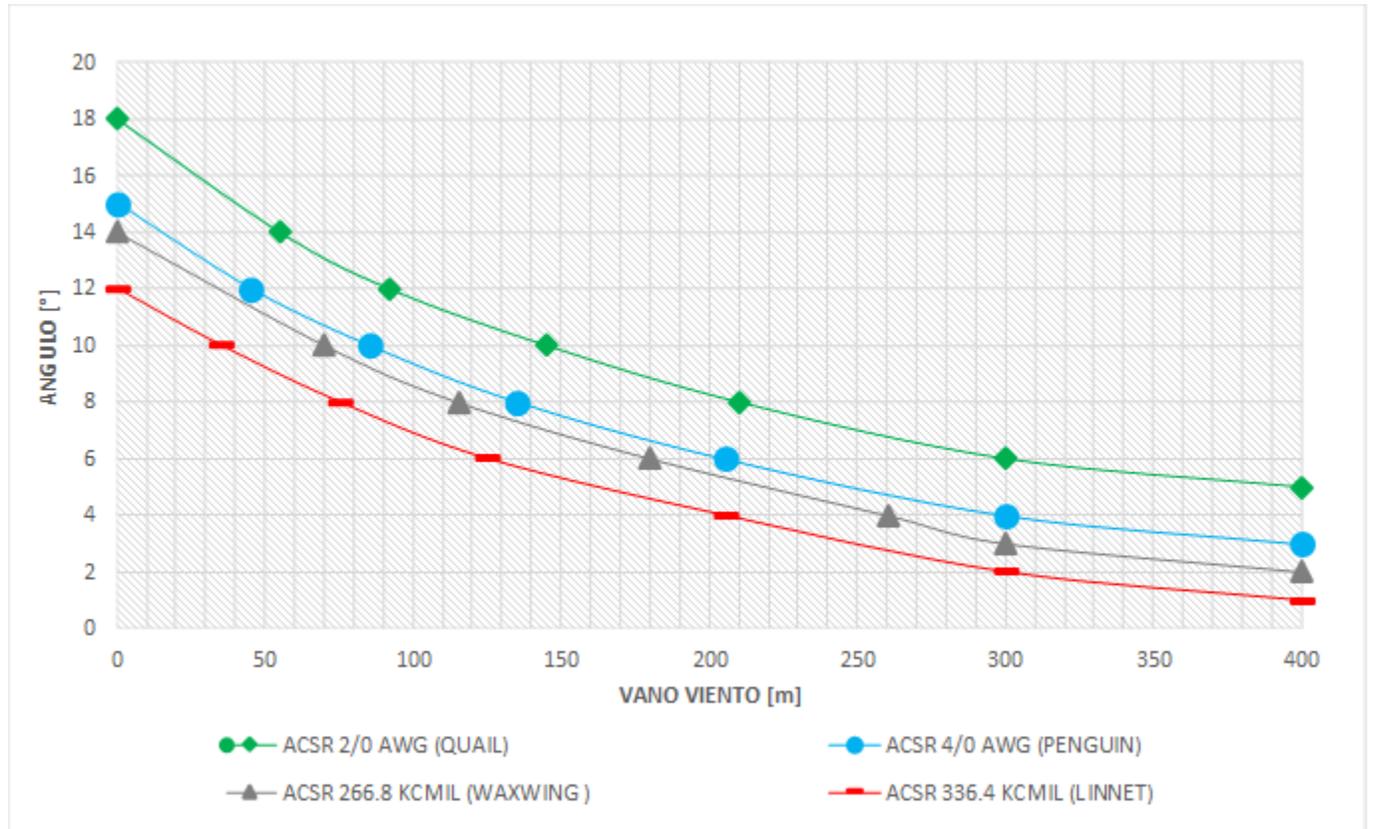


#### Notas:

1. La curva de utilización se construyó con base en los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, es decir clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. Las curvas en la gráfica indican el valor de vano viento máximo en función del ángulo para el rango de conductores verificados. El uso óptimo de la estructura corresponde a los puntos debajo de la curva.
4. El vano viento corresponde al promedio de los vanos adyacentes en la estructura, es decir, se debe tener en cuenta la longitud del vano adelante y del vano atrás.
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por la separación entre conductores es 400 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 180 m.
7. Cuando se requieran ángulos superiores a los descritos en la gráfica, se podrán hacer cambios en la estructura de referencia de esta norma, tales como: Vientos con cable de mayor calibre, aumento de la capacidad de carga de rotura del poste, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos que permitan su uso en cada caso particular.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es de 600 m, este valor aplica para el rango de conductores de fase evaluados.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 103	REV 0
 <b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>			
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 11 de 16

## Montaje b: con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro

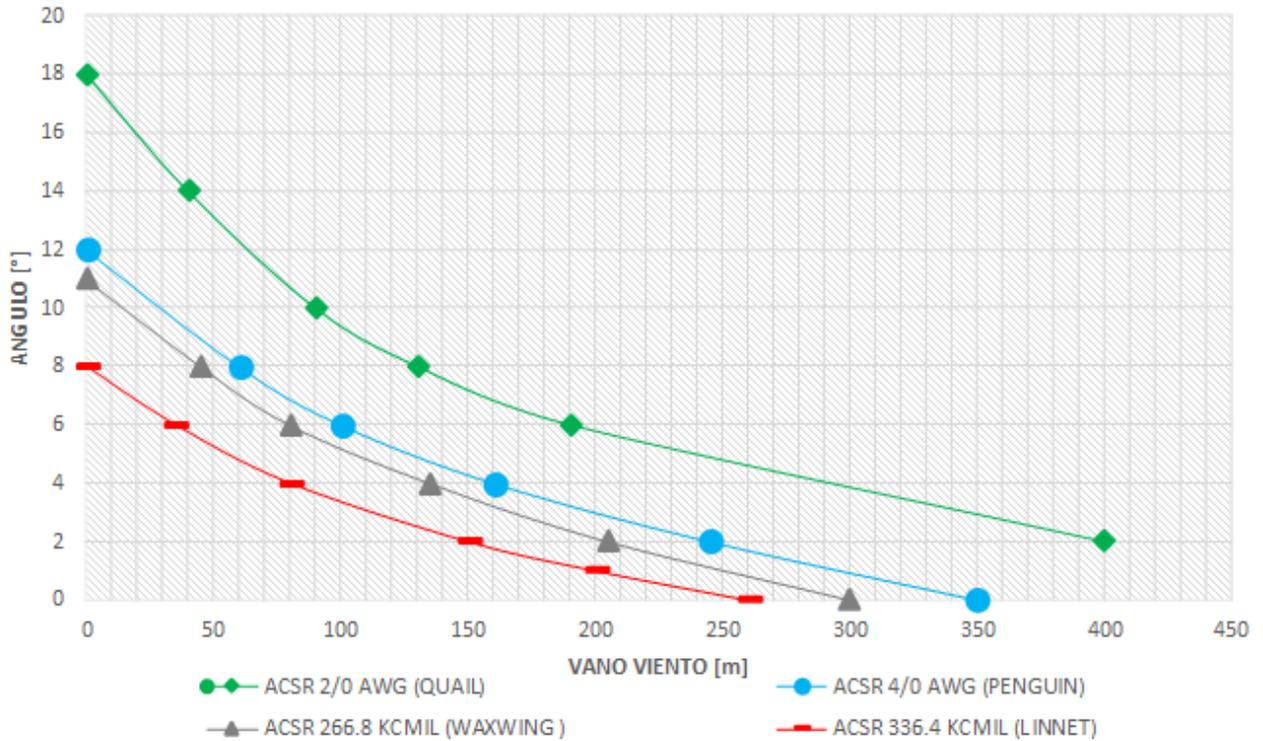


### Notas:

1. La curva de utilización se construyó con base en los parámetros meteorológicos más desfavorables del territorio de alcance del Grupo EPM, es decir clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. Las curvas en la gráfica indican el valor de vano viento máximo en función del ángulo para el rango de conductores verificados. El uso óptimo de la estructura corresponde a los puntos debajo de la curva.
4. El vano viento corresponde al promedio de los vanos adyacentes en la estructura, es decir, se debe tener en cuenta la longitud del vano adelante y del vano atrás.
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por la separación entre conductores es 400 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 180 m.
7. Cuando se requieran ángulos superiores a los descritos en la gráfica, se podrán hacer cambios en la estructura de referencia de esta norma, tales como: Vientos con cable de mayor calibre, aumento de la capacidad de carga de rotura del poste, instalar viento en la bayoneta, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos que permitan su uso en cada caso particular.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es de 600 m, este valor aplica para el rango de conductores de fase evaluados.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 103	REV 0
 <b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>			
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 12 de 16

## Montaje c: sin viento y sin bayoneta



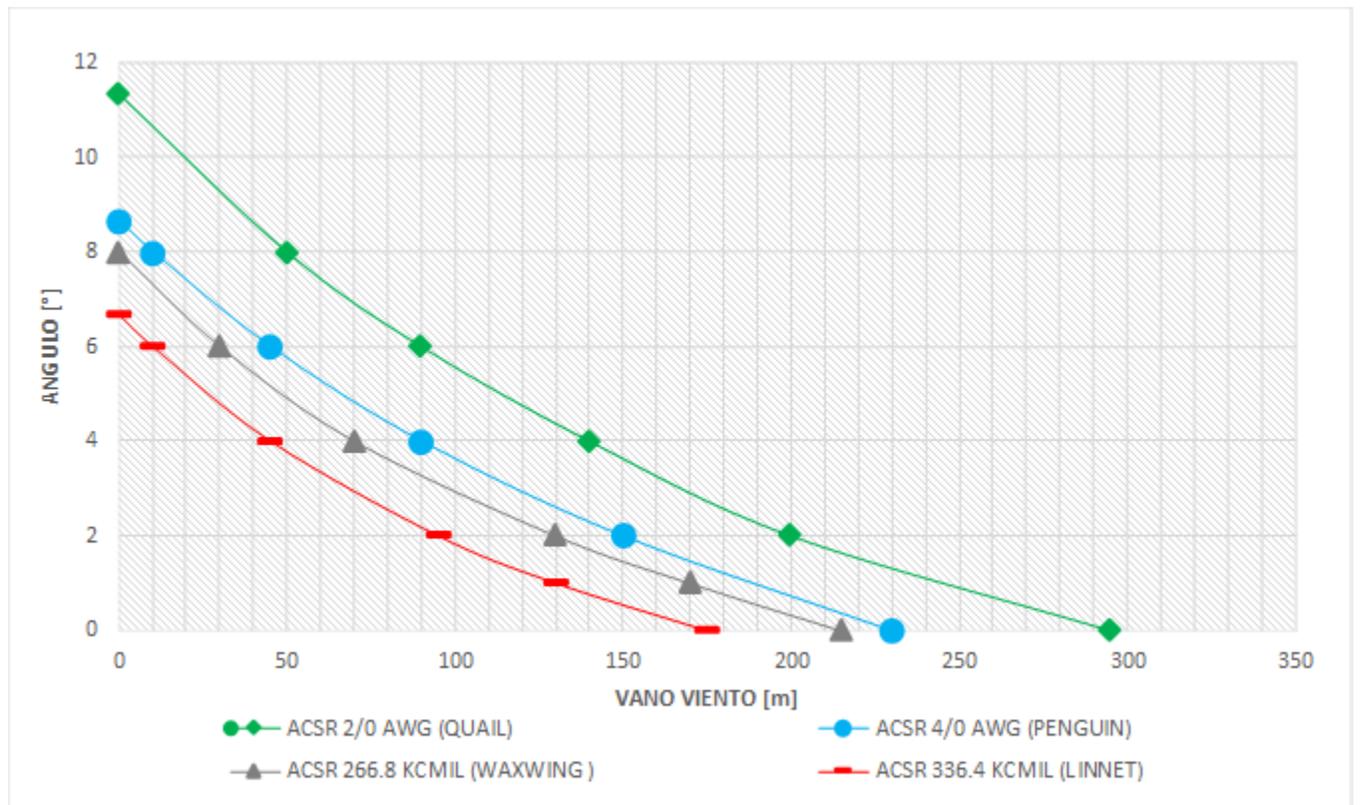
### Notas:

1. La curva de utilización esta se construyó con base en los parámetros meteorológicos más críticos del territorio de alcance del Grupo EPM, clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. Las curvas en la gráfica indican el valor de vano viento máximo en función del ángulo para el rango de conductores verificados. El uso óptimo de la estructura corresponde a los puntos debajo de la curva.
4. El vano viento corresponde al promedio de los vanos adyacentes en la estructura, es decir, se debe tener en cuenta la longitud del vano adelante y del vano atrás.
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por la separación entre conductores es 400 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 180 m.
7. Cuando se requieran ángulos superiores a los descritos en la gráfica, se pueden hacer cambios en la estructura de referencia en esta norma como vientos con cable de mayor calibre, aumentar la capacidad de carga de rotura del poste, instalar viento en la bayoneta, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos que permitan su uso en el caso particular.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

CABLE 2/0 AWG	CABLE 4/0 AWG	CABLE 266,8 KCMIL	CABLE 336.4 KCMIL
600	525	450	390

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 103	REV 0
	<b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 13 de 16

## Montaje d: sin viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro



### Notas:

1. La curva de utilización esta se construyó con base en los parámetros meteorológicos más desfavorables del territorio de alcance del Grupo EPM, es decir clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. Las curvas en la gráfica indican el valor de vano viento máximo en función del ángulo para el rango de conductores verificados. El uso óptimo de la estructura corresponde a los puntos debajo de la curva.
4. El vano viento corresponde al promedio de los vanos adyacentes en la estructura, es decir, se debe tener en cuenta la longitud del vano adelante y del vano atrás.
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por la separación entre conductores es 400 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 180 m.
7. Cuando se requieran ángulos superiores a los descritos en la gráfica, se pueden hacer cambios en la estructura de referencia en esta norma, como por ejemplo el aumento de la capacidad de carga de rotura del poste, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos que permitan su uso en el caso particular.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

CABLE 2/0 AWG	CABLE 4/0 AWG	CABLE 266,8 KCMIL	CABLE 336.4 KCMIL
442.5	345	322.5	262.5

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 103	REV 0
	<b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>		
	CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A
			PÁGINA: 14 de 16

## 8 PUNTOS DE DISEÑO ESTRUCTURA DE AMARRE

Esta estructura se podrá utilizar como estructura de amarre y requiere que se reemplacen algunos elementos de la configuración retención mostrada en las figuras, solo se deben instalar dos vientos en dirección longitudinal a los conductores de fase. El uso de la estructura de amarre está dado para ángulo 0°.

### Montaje a: con viento y sin bayoneta

ACSR	AAAC	Ángulo	Vano Viento Máximo	Vano Peso Máximo	Resistencia del poste	Tipo Retenida	Cruceta
		[°]	[m]	[m]	[kg]	[pulgada]	[pulgada]
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	0	337	506	1050	3/8	3 x 3 x 1/4
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	0	257	386	1050	3/8	3 x 3 x 1/4
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	0	221	332	1050	3/8	3 x 3 x 1/4
336.4 kcmil (Linnet)	394.5 kcmil (Canton)	0	229	344	1350	3/8	4 x 4 x 1/4

### Montaje b: con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro\*

ACSR	AAAC	Ángulo	Vano Viento Máximo	Vano Peso Máximo	Resistencia del poste	Tipo Retenida	Cruceta
		[°]	[m]	[m]	[kg]	[pulgada]	[pulgada]
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	0	225	338	1050	3/8	3 x 3 x 1/4
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	0	187	281	1050	3/8	3 x 3 x 1/4
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	0	166	249	1050	3/8	3 x 3 x 1/4
336.4 kcmil (Linnet)	394.5 kcmil (Canton)	0	185	278	1350	3/8	4 x 4 x 1/4

\*Esta estructura en montaje b, cumple como estructura de amarre considerando el cable de guarda sano y rotura en uno de los cables de fase.

## 9 NOTAS GENERALES

1. Todas las dimensiones, en las figuras, están dadas en milímetros.
2. zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar conductores AAAC.
3. zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar poste en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). ET-TD-ME04-02.
4. zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe emplear herrajes de acero inoxidable y estructuras PRFV.
5. 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.
6. La flecha del cable en los puentes de las fases debe ser de 40cm.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 103	REV 0
		<b>NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 15 de 16

## 10 ANEXOS

**Tabla 4. Curvas de utilización por conductor montaje a.**

ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)		ACSR 336.4 KCMIL (LINNET)	
ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]
17.0	400.0	10.0	400.0	8.0	400.0	5.0	400.0
19.0	300.0	12.0	300.0	10.0	300.0	7.0	300.0
20.0	250.0	14.0	215.0	12.0	190.0	8.0	250.0
22.0	190.0	16.0	140.0	14.0	135.0	10.0	160.0
24.0	140.0	20.0	70.0	16.0	95.0	12.0	100.0
30.0	65.0	24.0	20.0	20.0	40.0	14.0	60.0

**Tabla 5. Curvas de utilización por conductor montaje b.**

ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)		ACSR 336.4 KCMIL (LINNET)	
ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]
5.0	400.0	3.0	400.0	2.0	400.0	1.0	400.0
6.0	300.0	4.0	300.0	3.0	300.0	2.0	300.0
8.0	210.0	6.0	205.0	4.0	260.0	4.0	205.0
10.0	145.0	8.0	135.0	6.0	180.0	6.0	125.0
12.0	92.0	10.0	85.0	8.0	115.0	8.0	75.0
14.0	55.0	12.0	45.0	10.0	70.0	10.0	35.0

**Tabla 6. Curvas de utilización por conductor montaje c.**

ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)		ACSR 336.4 KCMIL (LINNET)	
ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]
2.0	400.0	0.0	350.0	0.0	300.0	0.0	260.0
6.0	190.0	2.0	245.0	2.0	205.0	1.0	200.0
8.0	130.0	4.0	160.0	4.0	135.0	2.0	150.0
10.0	90.0	6.0	100.0	6.0	80.0	4.0	80.0
14.0	40.0	8.0	60.0	8.0	45.0	6.0	35.0
18.0	0.0	12.0	0.0	11.0	0.0	8.0	0.0

**Tabla 7. Curvas de utilización por conductor montaje d.**

ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)		ACSR 336.4 KCMIL (LINNET)	
ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]
0.0	295.0	0.0	230.0	0.0	215.0	0.0	175.0
2.0	200.0	2.0	150.0	1.0	170.0	1.0	130.0
4.0	140.0	4.0	90.0	2.0	130.0	2.0	95.0
6.0	90.0	6.0	45.0	4.0	70.0	4.0	45.0
8.0	50.0	8.0	10.0	6.0	30.0	6.0	10.0
11.3	0.0	8.7	0.0	8.0	0.0	6.7	0.0

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA1 - 103	REV 0
	NC - RA1 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 2400 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 16 de 16