

# NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm

<b>Fecha de creación</b>	2020-02-10		
<b>Elaboró</b>		Área Proyectos - CET	
		Área Proyectos - CET	
		Área Gestión Operativa - CET	
		Área Proyectos - CET	
		Unidad CET Normalización y Laboratorios	
<b>Revisó</b>	Unidad CET Normalización y Laboratorios		
<b>Aprobó</b>	Gerencia Centros de Excelencia Técnica		

CONTROL DE CAMBIOS				
AAAA-MM-DD	Naturaleza del cambio	Elaboró	Revisó	Aprobó
2024-01-06	Ajustar curvas de utilización	Equipo CET – Área de Proyectos	Equipo CET – Área de Proyectos	Comité técnico ESSA
2024-10-03	En las alternativas de montaje con cable de guarda, se utilizará cable de acero recubierto de aluminio 7x8 AWG o cable 3/8" de acero galvanizado de extra alta resistencia.	Equipo CET – Área de Proyectos	Equipo CET – Área de Proyectos	Comité técnico ESSA

Grupo Homologación y Normalización CET: Fredy Antonio Pico Sánchez, Néstor Fabián Zarate Abril

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
	<b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 1 de 18

## 1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en delta denominada NC-RA2-103 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 13.2 kV, 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 se evalúa en condición normal como hipótesis de carga (conductores y cable de guarda sanos en condición de viento máximo), también se podrá usar como estructura de amarre, evaluada en condición anormal (uno de los conductores rotos), la estructura de amarre definida solo cumple para los casos de conductores rotos, no para rotura de cable de guarda.

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 12 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 (14 m y 16 m) conservando como mínimo la capacidad mecánica definida.

En esta norma se implementa con cadena de aisladores, se utiliza aislador de suspensión en porcelana, 15kV, 6 1/2", ANSI C29.2, clase 52-1, tipo clevis. Podrán utilizarse también aisladores de vidrio de la misma clase. En zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar en las cadenas un aislador de suspensión adicional por fase o aislador polimérico ANSI DS-28 tipo clevis. Además, en zonas de alta densidad de descargas atmosféricas (DDT) se debe utilizar aisladores poliméricos, ANSI DS-35 tipo clevis - lengüeta.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2		
	<b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 2 de 18

En los casos en que se requiera, se debe utilizar aislador tipo pin de porcelana 15 kV ANSI C29.5 Clase 55-4. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar aisladores tipo line-post polimérico, 15kV, ANSI C29.18 clase 51-2F. Además, en zonas de alta densidad de descargas atmosféricas (DDT) se debe utilizar aisladores tipo line-post polimérico, ANSI C29.18 clase 51-4F.

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 13.2 kV

ACSR	AAAC
2 AWG (Sparrow)	77.47 kcmil (Ames)
1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)

En las alternativas de montaje con cable de guarda, se utilizará cable de acero recubierto de aluminio 7x8 AWG o cable 3/8" de acero galvanizado de extra alta resistencia. Como cable neutro se utilizará 2 ACSR (GA o AW) para conductores de fase de calibre 2 AWG, 1/0 ACSR (GA o AW) para conductores de fase de calibre hasta 2/0 AWG, para calibres de cables de fase superiores a 2/0 AWG se utilizará cable neutro de 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".

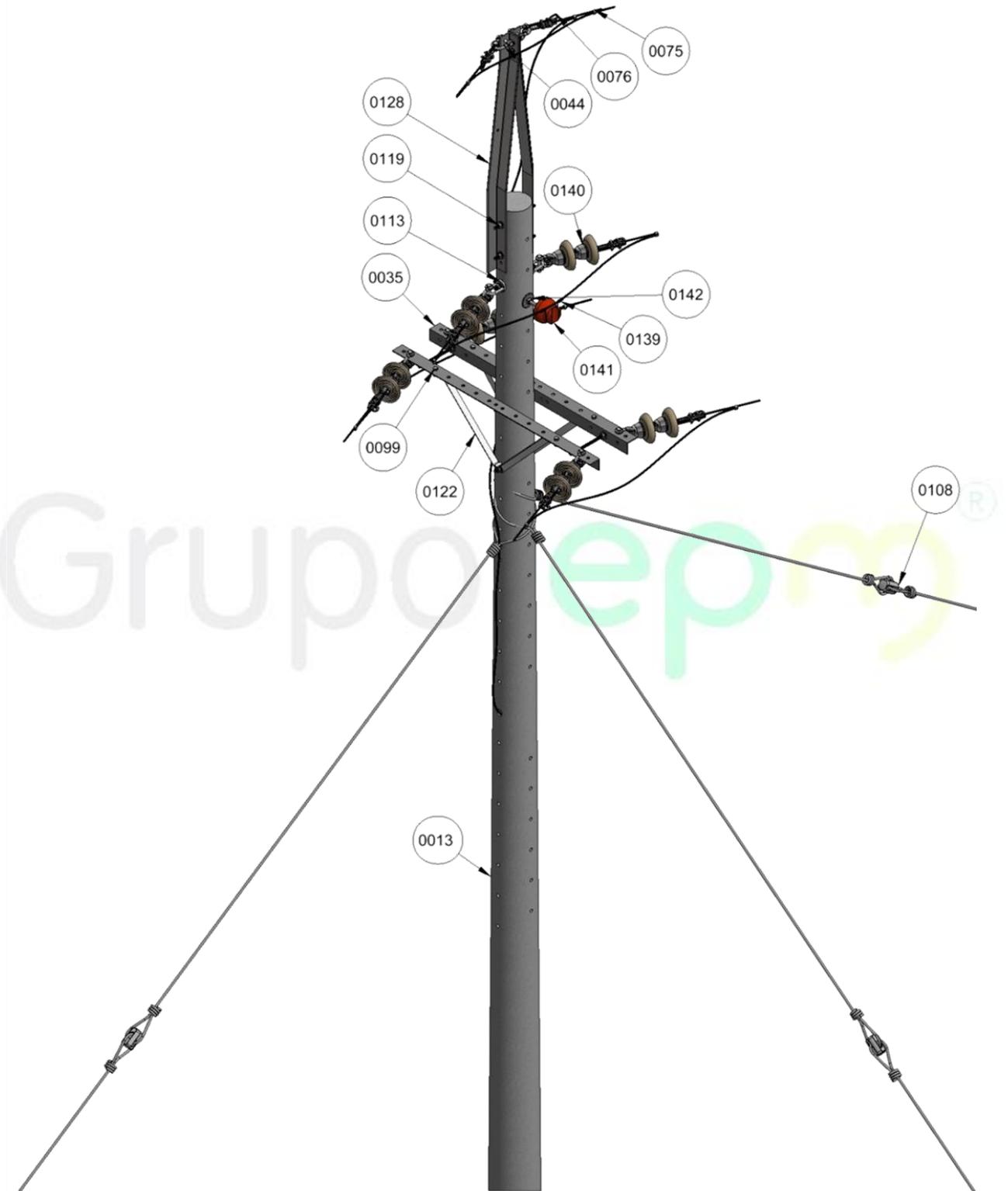
Durante la implementación de esta norma se debe tener en cuenta la constitución o definición de la zona de servidumbre de acuerdo con la norma técnica NT-06 "Distancias de seguridad en redes de distribución".

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*.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
	<b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 3 de 18

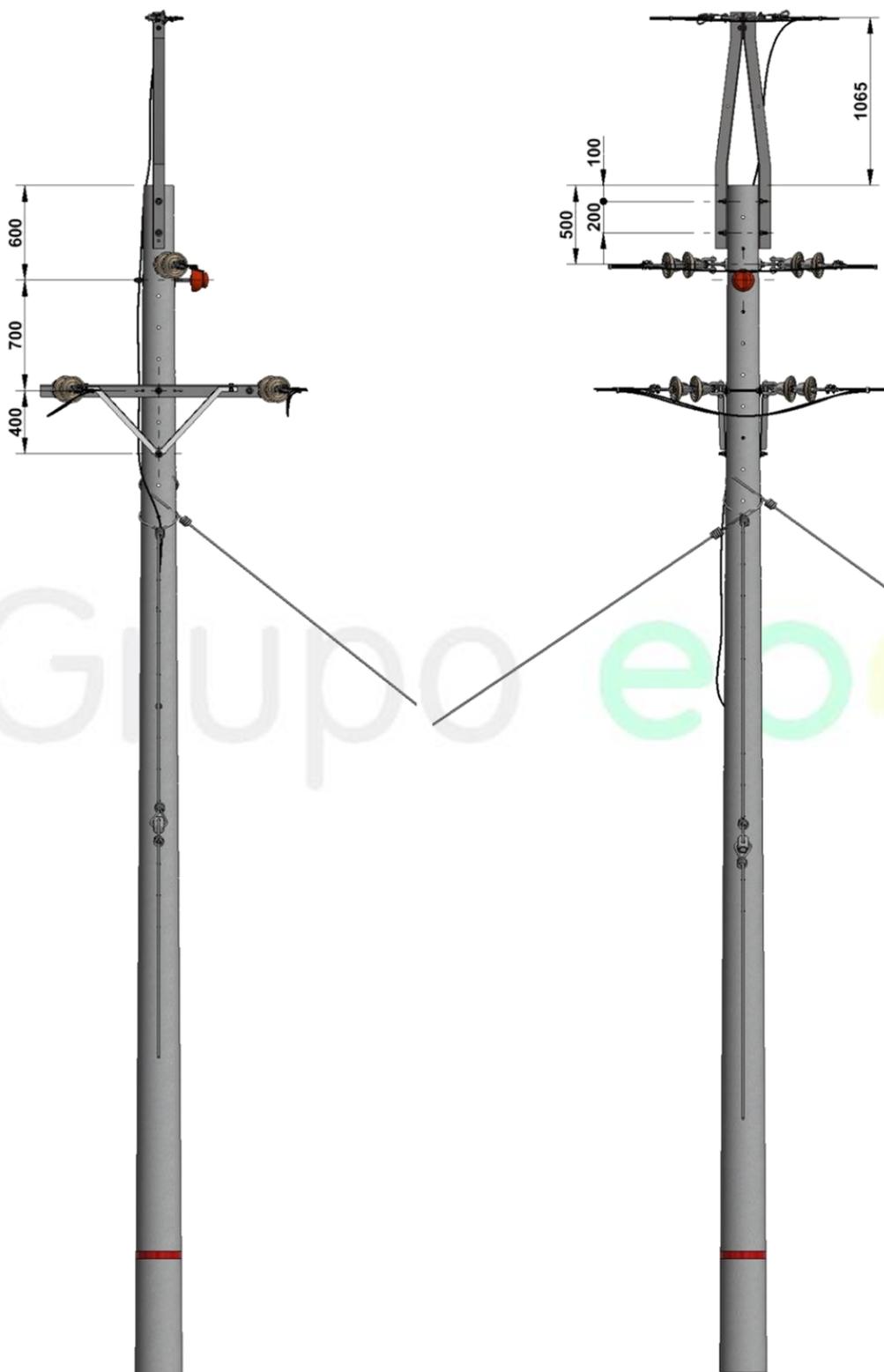
#### 4 MODELO

Figura 1. Vista isometrica



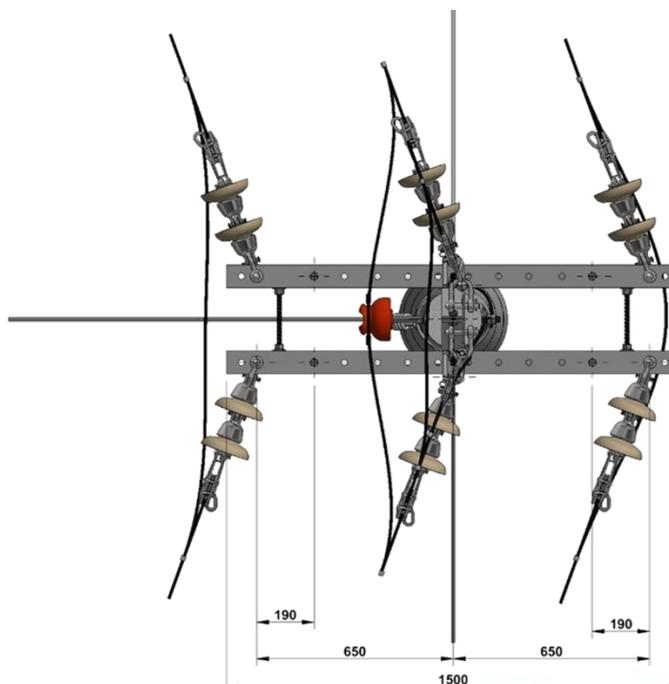
ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
	<p align="center"><b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b></p>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 4 de 18	

Figura 2. Vista frontal



ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
	<p align="center"><b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b></p>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 5 de 18	

**Figura 3. Vista en planta**



## 5 LISTADO DE MATERIALES

**Tabla 2. Listado de materiales estructura NC-RA2-103**

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
0013 <sup>(1)</sup>	Poste de concreto de 12 m y 1050 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200016	1	1		
0014 <sup>(1)</sup>	Poste de concreto de 12m y 1350kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200017			1	1
0035	Cruceta metálica 1500 mm 3" X 3" X 1/4"	ET-TD-ME03-02	211274	2	2	2	2
0044	Eslabón en U 5/8" forjado galvanizado	ET-TD-ME03-11	211318	6	10	6	10
0075 <sup>(2)</sup>	Conector compresión tipo H aluminio 1/0 AWG a 266.8 kcmil (según calibre)	ET-TD-ME11-01	-		4		4
0076	Grapa de retención aluminio recta 4 AWG a 2/0 AWG	ET-TD-ME03-16	213335		2		2
0077 (ver tabla 3)	Grapa de retención aluminio recta 2/0 AWG a 266.8 kcmil	ET-TD-ME03-16	213336	6	6	6	6
0099	Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8" x 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438	6	6	6	6
0108	Aislador tensor porcelana ANSI C29.4 clase 54-2 15 kV 4 1/4"	ET-TD-ME02-01	200156	3	3		
0113	Tuerca de ojo alargada 5/8"	ET-TD-ME03-09	211356	2	2	2	2
0119	Esparrago 5/8" x 12"	ET-TD-ME03-19	211392	5	7	7	7
0122	Diagonal metálica en V 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	ET-TD-ME03-04	211294	2	2	2	2

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
 <b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSION 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>			
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 6 de 18

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
0128 <sup>(3)</sup>	Bayoneta metálica doble 1500mm x 3" x 3 x 1/4"	ET-TD-ME03-03	211300		1		1
0139 <sup>(4)</sup>	Alambre de amarre de aluminio 4 AWG desnudo	ET-TD-ME01-15	213943	2	2	2	2
0140 (ver tabla 3)	Aislador suspensión porcelana 15 kV 6 1/2" ANSI C29.2 clase 52-1 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-01	200149	12	12	12	12
0141 (ver tabla 3)	Aislador pin porcelana 15 kV 5 1/2" ANSI C29.5 clase 55-4	ET-TD-ME02-01	200144	1	1	1	1
0142	Espigo largo para aislador tipo pin 10"x7"x3/4" rosca nailon 1 3/8" cruceta de fibra de vidrio y poste	ET-TD-ME03-20	213697	1	1	1	1
0144 <sup>(2)</sup>	Conector compresión tipo H aluminio 1/0 AWG a 266.8 kcmil (según calibre)	ET-TD-ME11-01	---	12	16	12	16
<sup>(4)</sup> (8)	Cable AAAC monopolar cubierto XLPE/HDPE 15kV 90°C	ET-TD-ME01-05	---	6	6	6	6
0268 <sup>(5)</sup> (6)(7)	Viento convencional para poste de 12m cable de acero extra alta resistencia calibre 1/4	RA6-001	---	3	3		

**NOTAS:**

- (1) Consultar el listado de artículos y agrupadores el número de artículo del poste requerido, según el material y características.
- (2) Consultar el listado de artículos y agrupadores el número de artículo requerido, según el calibre del conductor.
- (3) En las redes de distribución donde la estructura no requiera apantallamiento (cable de guarda), pero se deba instalar cable neutro, la bayoneta se puede eliminar y el neutro se asegura al poste, se debe incluir en el montaje un esparrago y dos tuercas de ojo.
- (4) Las cantidades para los conductores están expresadas en la unidad de metros.
- (5) Los componentes y cantidades asociadas a la instalación de los vientos se detallan en la norma RA6-001: Instalación de vientos.
- (6) El diámetro del cable de viento cambia para conductores de fase de mayor peso, ver numeral 8.
- (7) El numeral 8 presenta información complementaria como ángulos y longitudes requeridas para la instalación del viento
- (8) Conductor requerido para los puentes primarios de las fases, el calibre debe corresponder con el conductor de la red.

a → Montaje con viento y sin bayoneta

Donde: 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
0013	Poste fibra de vidrio 12 m 1050 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200060
0013	Poste fibra de vidrio 12 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200061
0013	Poste metálico 12 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200082
0013	Poste concreto 14 m 1050 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200023

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICAS</b>	<b>NC - RA2 - 103</b>	REV 2
		<b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm PÁGINA: 7 de 18

0013	Poste fibra de vidrio 14 m 1050 kgf monolítico	ET-TD-ME04-02	200066
0013	Poste metálico 14 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200084
0013	Poste concreto 14 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-01	215641
0013	Poste fibra de vidrio 14 m 1050 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	215648
0013	poste concreto 16m 1050kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200031
0013	poste fibra de vidrio 16m 1050kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	215232
0013	poste metálico 16m 1050kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200085
0014	Poste fibra de vidrio 12m 1350kgf monolítico	ET-TD-ME04-02	200062
0014	Poste fibra de vidrio 12m 1350kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200063
0014	Poste metálico 12 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	214749
0014	Poste concreto 14 m 1350 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200024
0014	Poste fibra de vidrio 14 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200067
0014	Poste metálico 14 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	214750
0014	Poste concreto 14 m 1350 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200024
0014	Poste fibra de vidrio 16 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200068
0077	Grapa de retención aluminio recta 4 AWG a 2/0 AWG	ET-TD-ME03-16	213335
0077	Grapa de retención aluminio tipo pistola 2 AWG a 4/0 AWG	ET-TD-ME03-16	217323
0077	Grapa de retención aluminio tipo pistola 4/0 AWG a 336.4 kcmil	ET-TD-ME03-16	217324
0140	Aislador suspensión polimérico 15 kV ANSI C29.13 clase DS-15 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-04	200138
0140	Aislador suspensión polimérico 23kV ANSI C29.13 clase DS-28 clevis-lengüeta (6 Unidades)	ET-TD-ME02-04	200167
0140	Aislador suspensión polimérico 38kV ANSI C29.13 clase DS-35 clevis-lengüeta (6 Unidades)	ET-TD-ME02-04	200140
0141	Aislador poste porcelana 15kV 9" ANSI C29.7 clase 57-1	ET-TD-ME02-01	200154
0141	Aislador poste polimérico 15kV 14" ANSI C29.18 clase 51-2F	ET-TD-ME02-04	231819
0141	Aislador poste polimérico 48kV 18.1" ANSI C29.18 clase 51-4F	ET-TD-ME02-04	200166

## 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 se hace para las siguientes condiciones limitantes.

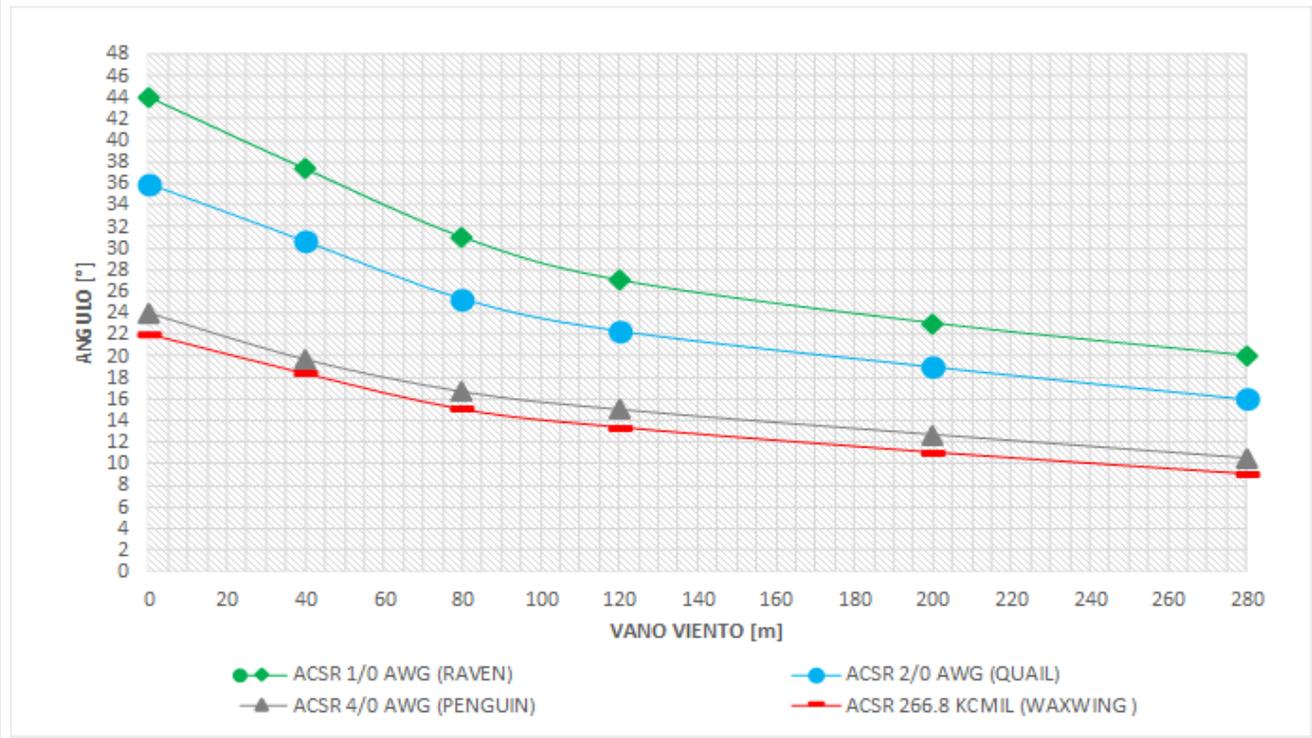
- Hipótesis A. Máxima velocidad del viento (temperatura mínima y viento máximo).
- Hipótesis B. Mínima temperatura (temperatura mínima y sin viento).
- Hipótesis C. Operación Diaria (Tensión diaria promedio, EDS).
- Hipótesis D. Máxima flecha (Temperatura máxima, sin viento).

En el documento anexo *ANX-12B Tablas de cálculo mecánico cables desnudos* se muestran las tensiones y flechas de los conductores utilizados por el Grupo EPM para las anteriores hipótesis, y las tablas de tendido para el rango de temperaturas que se presentan en la zona de influencia del grupo EPM se muestran en el documento anexo *ANX-12D Tablas de tendido cables desnudos*.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
	<b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSION 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 8 de 18	

## 7 CURVAS DE UTILIZACIÓN

### Montaje a: Montaje con viento y sin bayoneta

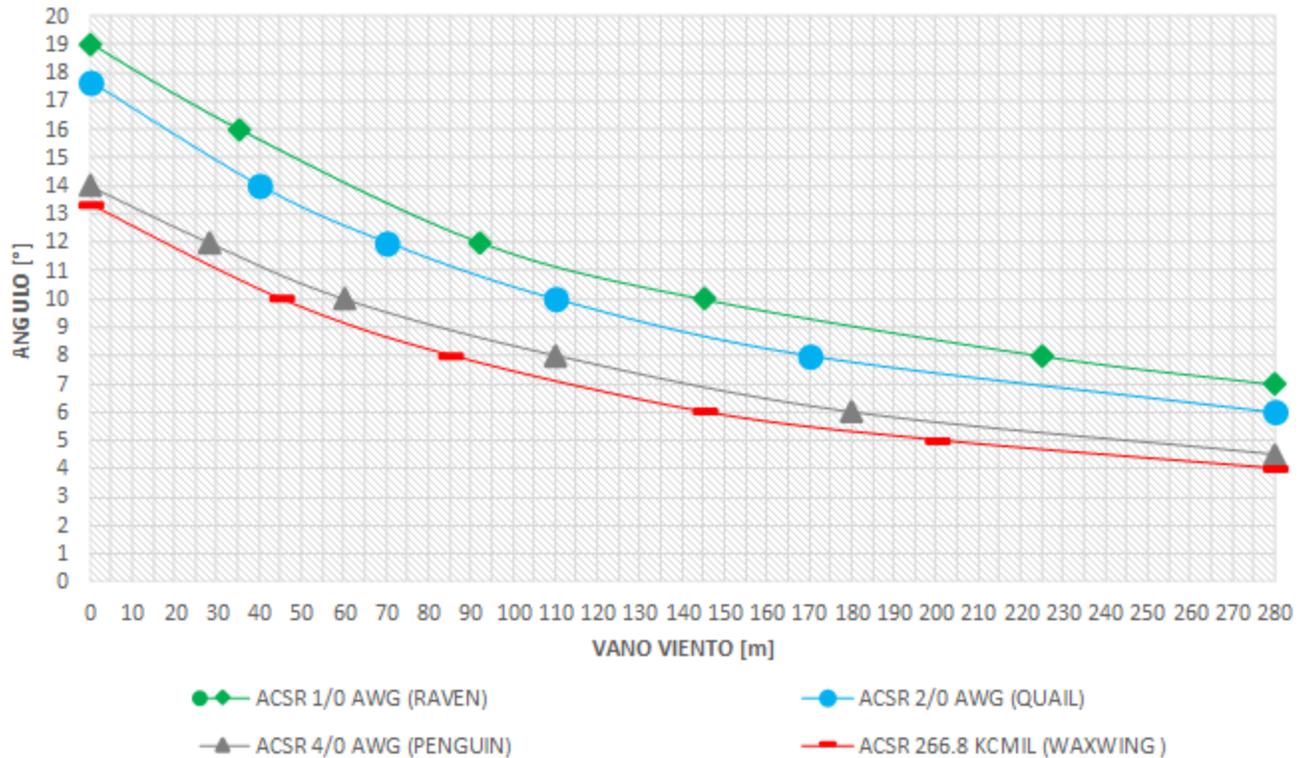


#### Notas:

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 250m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 140 m.
7. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización, se podrán realizar cambios en los elementos de esta estructura, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes, vientos con cable de mayor calibre, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es de 420 m, este valor aplica para el rango de conductores de fase evaluados.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
	NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 9 de 18

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

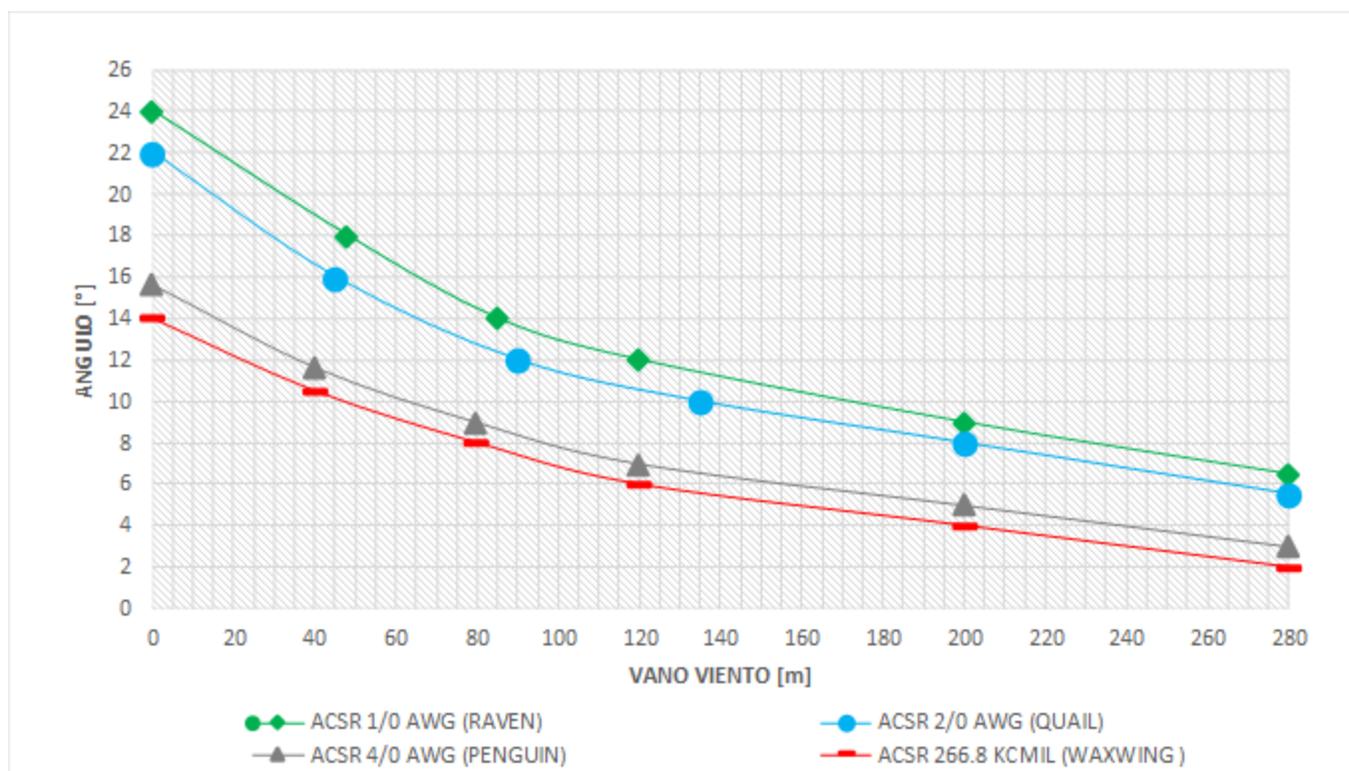


### Notas:

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 250m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 140 m.
7. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización, se podrán realizar cambios en los elementos de esta estructura, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes, vientos con cable de mayor calibre, instalar viento en la bayoneta, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es de 420 m, este valor aplica para el rango de conductores de fase evaluados.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
	<b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSION 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 10 de 18

## Montaje c: Montaje con viento y con bayoneta para soportar el neutro

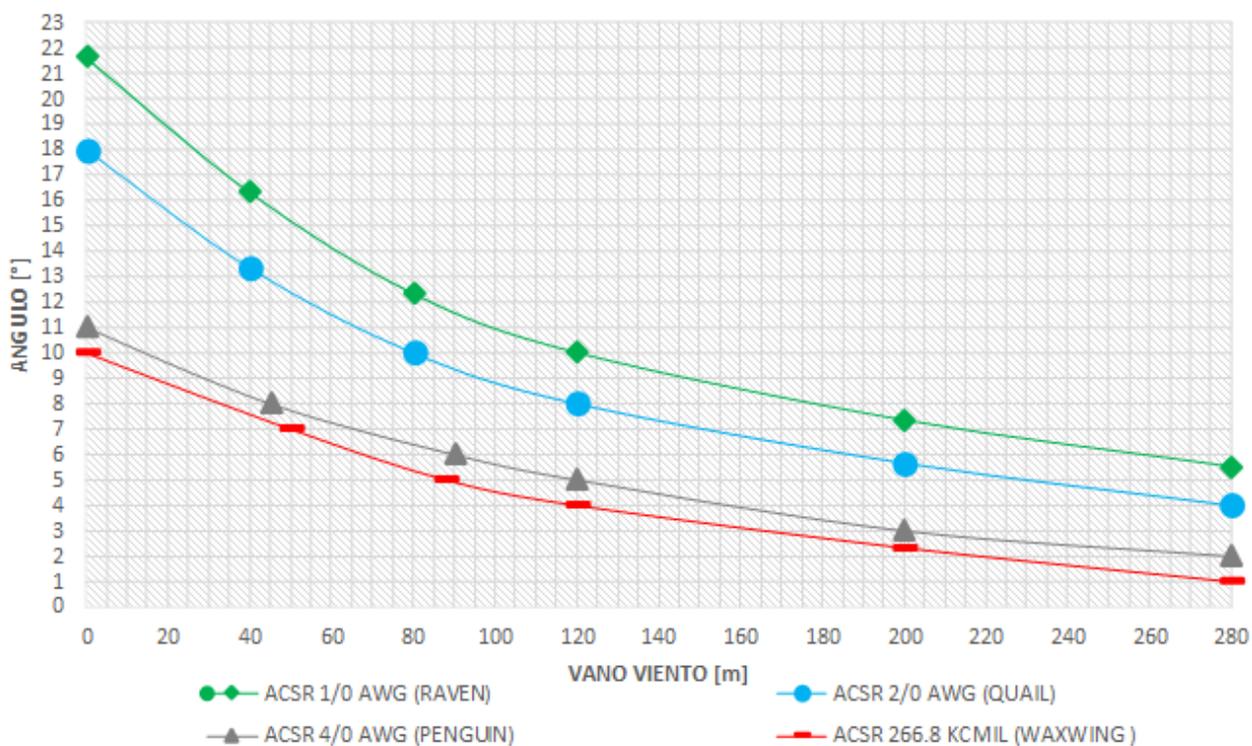


### Notas:

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 250m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 140 m.
7. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización, se podrán realizar cambios en los elementos de esta estructura, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes, vientos con cable de mayor calibre, instalar viento en la bayoneta, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es de 420 m, este valor aplica para el rango de conductores de fase evaluados.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
	<b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSION 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 11 de 18

## Montaje d: Montaje sin viento y sin bayoneta

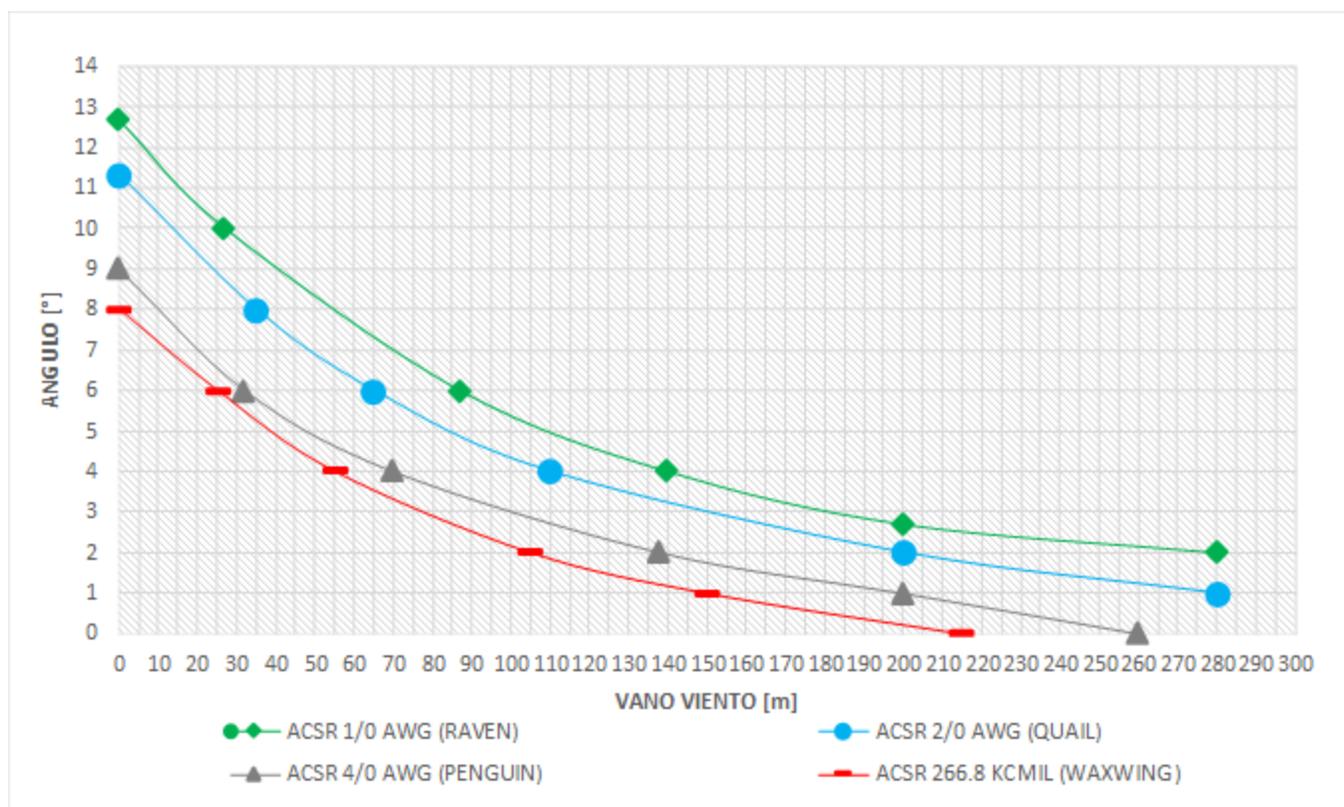


### Notas:

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 250m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 140 m.
7. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización, se podrán realizar cambios en los elementos de esta estructura, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es de 420 m, este valor aplica para el rango de conductores de fase evaluados.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
	<b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSION 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 12 de 18

## Montaje e: Montaje sin viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda



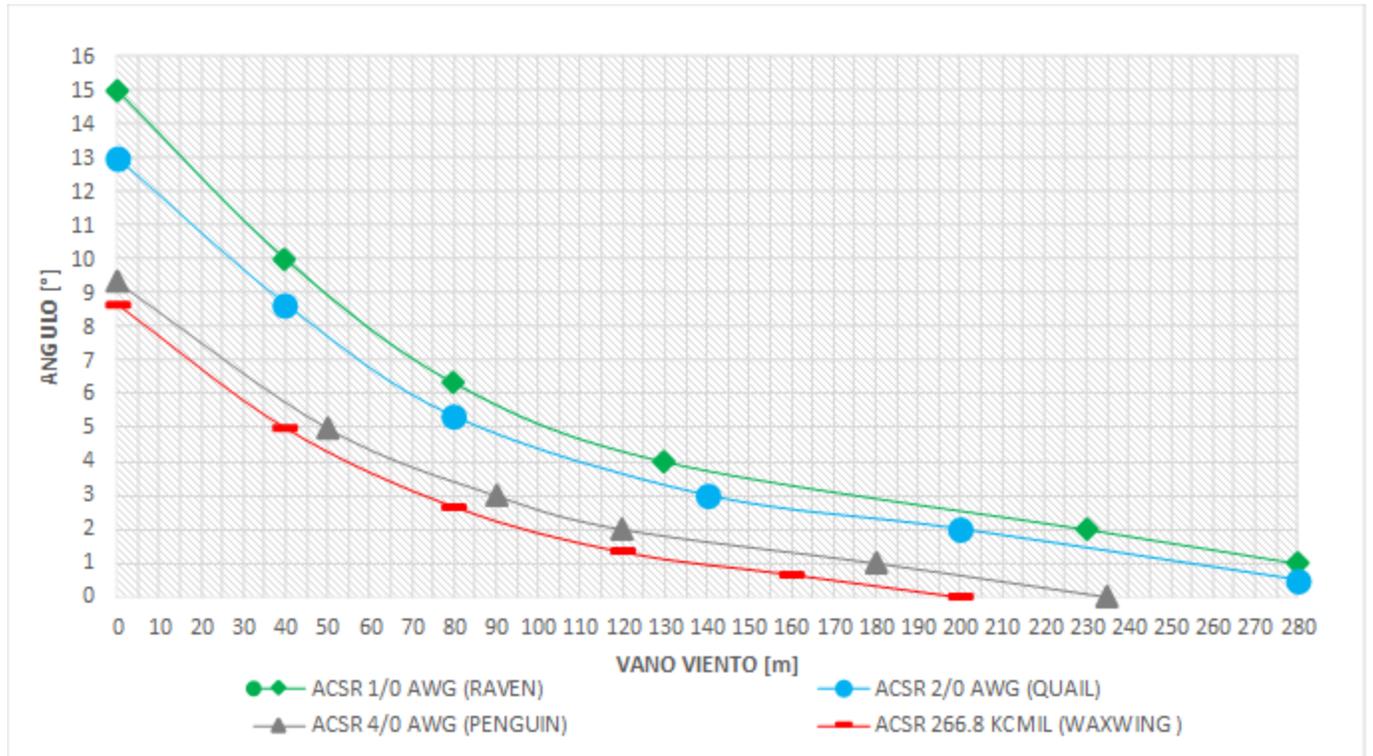
### Notas:

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 250m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 140 m.
7. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización, se podrán realizar cambios en los elementos de esta estructura, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

CABLE 1/0 AWG [m]	CABLE 2/0 AWG [m]	CABLE 4/0 AWG [m]	CABLE 266,8 KCMIL [m]
420	420	390	322.5

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
	<b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 13 de 18

## Montaje f: Montaje sin viento y con bayoneta o espigo para soportar el neutro



### 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 250m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 140 m.
7. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización, se podrán realizar cambios en los elementos de esta estructura, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

CABLE 1/0 AWG [m]	CABLE 2/0 AWG [m]	CABLE 4/0 AWG [m]	CABLE 266,8 KCMIL [m]
420	420	352.5	300

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
	<b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSION 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 14 de 18

## 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: Montaje 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]
1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	0	289.0	433.5	750	1/4	3 x 3 x 1/4
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	0	250.0	375.0	750	1/4	3 x 3 x 1/4
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	0	255.0	382.5	1050	1/4	3 x 3 x 1/4
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	0	190.0	285.0	1050	1/4	3 x 3 x 1/4

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

ACSR	AAAC	Ángulo	Vano Viento Máximo	Vano Peso Máximo	Resistencia del poste	Tipo Retenida	Cruceta
		[°]	[m]	[m]	[kg]	[pulgada]	[pulgada]
1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	0	203.0	304.5	1350	1/4	3 x 3 x 1/4
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	0	170.0	255.0	1350	3/8	3 x 3 x 1/4
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	0	95.0	142.5	1350	3/8	3 x 3 x 1/4
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	0	65.0	97.5	1350	3/8	3 x 3 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.

### Montaje c: Montaje con viento y con bayoneta para soportar el neutro

ACSR	AAAC	Ángulo	Vano Viento Máximo	Vano Peso Máximo	Resistencia del poste	Tipo Retenida	Cruceta
		[°]	[m]	[m]	[kg]	[pulgada]	[pulgada]
1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	0	150.0	225.0	1050	3/8	3 x 3 x 1/4
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	0	105.0	157.5	1050	3/8	3 x 3 x 1/4
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	0	65.0	97.5	1050	3/8	3 x 3 x 1/4
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	0	55.0	82.5	1050	3/8	3 x 3 x 1/4

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

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
		<b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 15 de 18

## 9 NOTAS GENERALES

1. Todas las dimensiones, en las figuras, están dadas en milímetros.
2. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar conductores AAAC.
3. En redes con tensión igual a 13.2 kV se utilizarán aislador pin de porcelana ANSI C29.5 clase 55-4, distancia de fuga 228 mm y distancia de arco 127 mm. Para zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar aisladores Line Post poliméricos ANSI C29.18 clase 57-2F distancia de fuga 356 mm y distancia de arco 165 mm. Además, en zonas de alta densidad de descargas atmosféricas (DDT) se debe utilizar aisladores Line Post poliméricos ANSI C29.18 clase 51-4F, distancia de fuga 850 mm y distancia de arco 311 mm.
4. En zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar en las cadenas, un aislador de suspensión adicional por fase o aislador polimérico ANSI DS-28 tipo clevis - lengüeta.
5. En zonas de alta densidad de descargas atmosféricas (DDT) se debe utilizar aisladores poliméricos ANSI DS-35 tipo clevis 38 kV.
6. En zonas con nivel 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.
7. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe emplear herrajes de acero inoxidable y estructuras PRFV.
8. En caso de que el poste no tenga las perforaciones indicadas en los planos, se podrá 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.
9. En los casos donde la estructura no requiera apantallamiento, pero se deba instalar cable neutro, la bayoneta se podrá reemplazar por un espigo.
10. La flecha del cable en los puentes de las fases debe ser de 40 cm.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2		
	<b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 16 de 18

## 10 ANEXOS

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

ACSR 1/0 AWG (RAVEN)		ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)	
ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]
20.0	280.0	16.0	280.0	10.5	280.0	9.0	280.0
23.0	200.0	19.0	200.0	12.7	200.0	11.0	200.0
27.0	120.0	22.3	120.0	15.0	120.0	13.3	120.0
31.0	80.0	25.3	80.0	16.7	80.0	15.0	80.0
37.3	40.0	30.7	40.0	19.7	40.0	18.3	40.0
44.0	0.0	36.0	0.0	24.0	0.0	22.0	0.0

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

ACSR 1/0 AWG (RAVEN)		ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)	
ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]
7.0	280.0	6.0	280.0	4.5	280.0	4.0	280.0
8.0	225.0	8.0	170.0	6.0	180.0	5.0	200.0
10.0	145.0	10.0	110.0	8.0	110.0	6.0	145.0
12.0	92.0	12.0	70.0	10.0	60.0	8.0	85.0
16.0	35.0	14.0	40.0	12.0	28.0	10.0	45.0
19.0	0.0	17.7	0.0	14.0	0.0	13.3	0.0

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

ACSR 1/0 AWG (RAVEN)		ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)	
ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]
6.5	280.0	5.5	280.0	3.0	280.0	2.0	280.0
9.0	200.0	8.0	200.0	5.0	200.0	4.0	200.0
12.0	120.0	10.0	135.0	7.0	120.0	6.0	120.0
14.0	85.0	12.0	90.0	9.0	80.0	8.0	80.0
18.0	48.0	16.0	45.0	11.7	40.0	10.5	40.0
24.0	0.0	22.0	0.0	15.7	0.0	14.0	0.0

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

ACSR 1/0 AWG (RAVEN)		ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)	
ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]
5.5	280.0	4.0	280.0	2.0	280.0	1.0	280.0
7.3	200.0	5.7	200.0	3.0	200.0	2.3	200.0
10.0	120.0	8.0	120.0	5.0	120.0	4.0	120.0
12.3	80.0	10.0	80.0	6.0	90.0	5.0	88.0
16.3	40.0	13.3	40.0	8.0	45.0	7.0	50.0
21.7	0.0	18.0	0.0	11.0	0.0	10.0	0.0

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
		<b>NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 17 de 18

**Tabla 8.** Curvas de utilización por conductor montaje e.

ACSR 1/0 AWG (RAVEN)		ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)	
ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]
2.0	280.0	1.0	280.0	0.0	260.0	0.0	215.0
2.7	200.0	2.0	200.0	1.0	200.0	1.0	150.0
4.0	140.0	4.0	110.0	2.0	138.0	2.0	105.0
6.0	87.0	6.0	65.0	4.0	70.0	4.0	55.0
10.0	27.0	8.0	35.0	6.0	32.0	6.0	25.0
12.7	0.0	11.3	0.0	9.0	0.0	8.0	0.0

**Tabla 9.** Curvas de utilización por conductor montaje f.

ACSR 1/0 AWG (RAVEN)		ACSR 2/0 AWG (QUAIL)		ACSR 4/0 AWG (PENGUIN)		ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING)	
ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]	ÁNGULO [°]	VV [m]
1.0	280.0	0.5	280.0	0.0	235.0	0.0	200.0
2.0	230.0	2.0	200.0	1.0	180.0	0.7	160.0
4.0	130.0	3.0	140.0	2.0	120.0	1.3	120.0
6.3	80.0	5.3	80.0	3.0	90.0	2.7	80.0
10.0	40.0	8.7	40.0	5.0	50.0	5.0	40.0
15.0	0.0	13.0	0.0	9.3	0.0	8.7	0.0

Grupo epm®

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 103	REV 2
	NC - RA2 - 103. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN RETENCIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 18 de 18