

NC - RA2 - 1002. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm

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

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1002	REV 0
	NC - RA2 - 1002. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 1 de 11

1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en doble circuito denominada NC-RA2-1002 del Grupo EPM, teniendo en cuenta las condiciones límites resultantes del análisis electromecánico de las estructuras.

2 ALCANCE

Esta norma doble circuito 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.

El análisis mecánico de los postes considera un 10% adicional de esfuerzos en la estructura teniendo en cuenta la instalación de infraestructura de telecomunicaciones. La hipótesis de carga utilizada para evaluar la estructura es en condición normal, es decir, conductores y cable de guarda sanos en condición de viento máximo.

El análisis electromecánico emplea poste de concreto de 12 m y 750 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 aislador tipo pin de porcelana 15 kV ANSI C29.5 Clase 55-4. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), 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), sin embargo, lo que se concluye para este tipo de conductor es aplicable

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS		NC - RA2 - 1002	REV 0
	NC - RA2 - 1002. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm			
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
				PÁGINA: 2 de 11

a los conductores 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 los montajes con bayoneta se utilizará cable de acero recubierto de aluminio 7x8 AWG como cable de guarda. 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 RA6-022 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 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*.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1002	REV 0
	NC - RA2 - 1002. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 3 de 11

4 MODELO

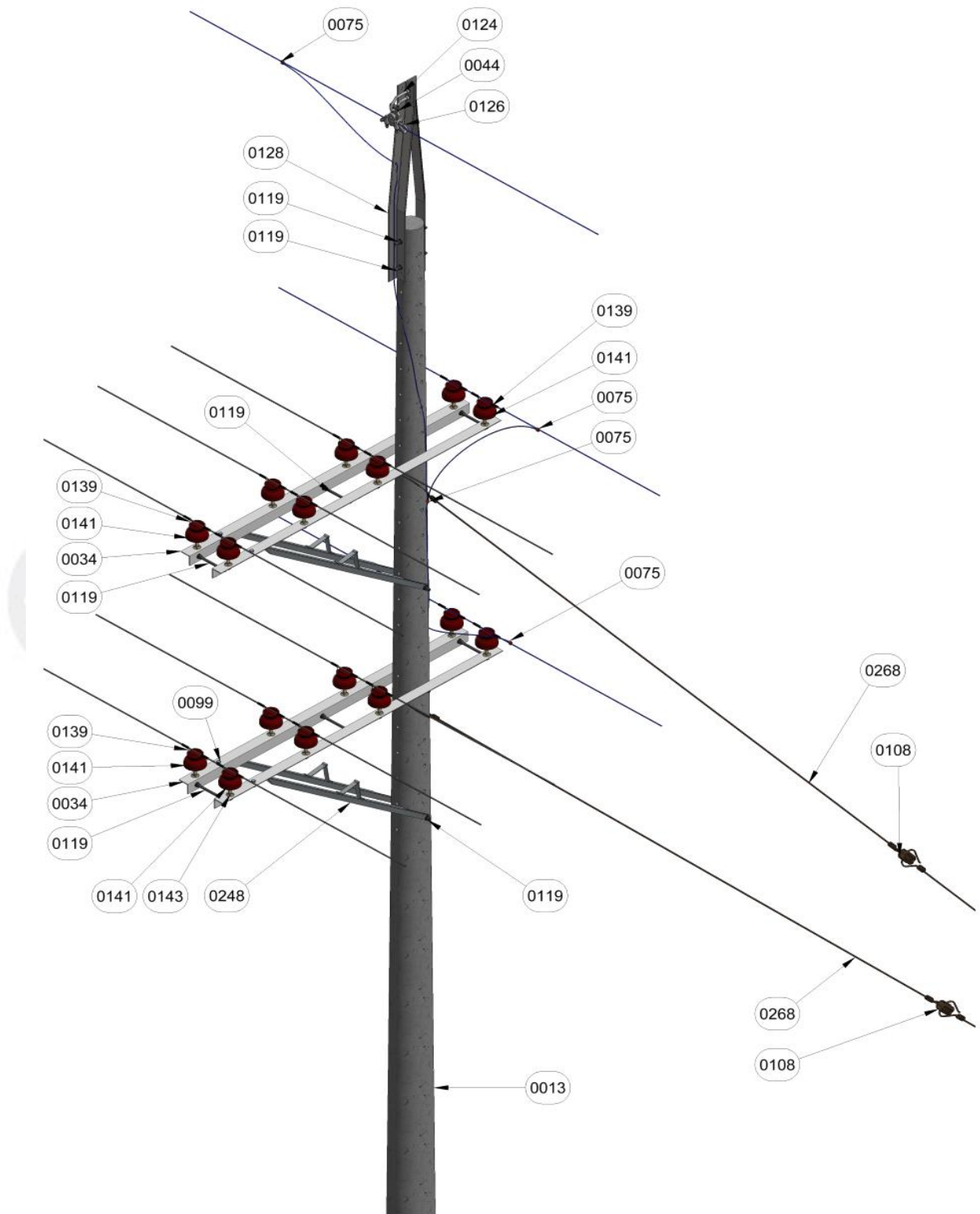


Figura 1. Vista isométrica.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1002	REV 0
Grupo epm	NC - RA2 - 1002. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 4 de 11

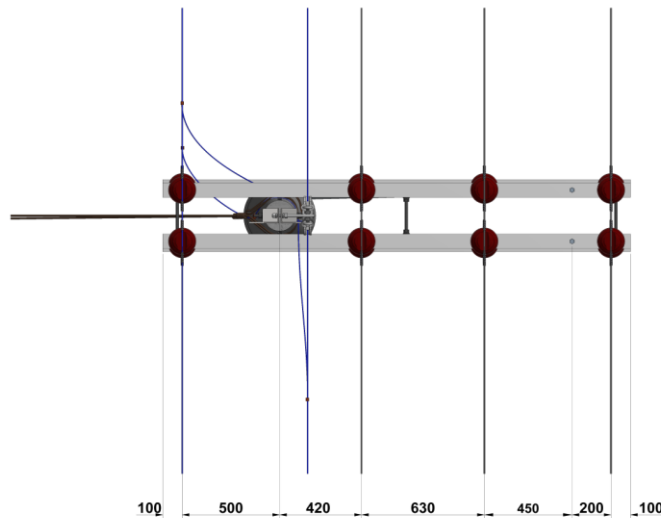


Figura 3. Vista en planta.

5 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 2. Listado de materiales estructura NC-RA2-1002

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
0012 ⁽¹⁾	Poste de concreto de 12 m y 750 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200015	1	1		
0034	Cruceta metálica 2400 mm 3" X 3" X 1/4"	ET-TD-ME03-02	211275	4	4		
0044	Eslabón en u 5/8" forjado galvanizado	ET-TD-ME03-11	211318		1		
0099	Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8" x 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438	4	4		
0108	Aislador tensor porcelana ANSI C29.4 clase 54-2 15 kV 4 1/4"	ET-TD-ME02-01	200156	2	2		
0119	Esparrago 5/8" x 12"	ET-TD-ME03-19	211392	10	12		
0124	Ojal suspensión 5/8" péndola	ET-TD-ME03-36	253930		1		
0126	Grapa de suspensión Al 4 AWG -2/0 AWG	ET-TD-ME03-16	213343		1		
0128	Bayoneta metálica doble 1500 mm x 3" x 3" x 1/4"	ET-TD-ME03-03	211300		1		
0139 ⁽²⁾	Alambre de amarre de aluminio 4 AWG desnudo	ET-TD-ME01-15	213943	16	16		
0141 (ver tabla 3)	Aislador pin porcelana 15 kV 5 1/2" ANSI C29.5 clase 55-4	ET-TD-ME02-01	200144	16	16		
0143	Espigo corto para aislador tipo pin 10"x1 3/4"x3/4" rosca nylon 1 3/8" cruceta metálica	ET-TD-ME03-20	213695	16	16		
0248	Diagonal metálica recta 2" X 2" X 1/4" para cruceta de 2400mm	ET-TD-ME03-04	211291	4	4		
0268 ⁽³⁾	Viento convencional para poste de 12 m cable de acero extra alta resistencia calibre 1/4	RA6-001		2	2		
NOTAS:							

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1002	REV 0
	NC - RA2 - 1002. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 6 de 11

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
(1)	Consultar el listado de artículos y agrupadores el número de artículo del poste requerido, según el material y características.						
(2)	Las cantidades para los conductores están expresadas en la unidad de metros						
(3)	Los componentes y cantidades asociadas a la instalación de los vientos se detallan en la norma RA6-001: Instalación de vientos.						

Donde:

- a → Montaje con viento y sin bayoneta
- b → Montaje con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda
- c → Montaje sin viento y sin bayoneta
- d → Montaje sin viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda

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
0012	Poste fibra de vidrio 12 m 750 kgf monolítico	ET-TD-ME04-02	200058
0012	Poste fibra de vidrio 12 m 750 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200059
0012	Poste metálico 12 m 750 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200081
0012	Poste concreto 14m 750kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200022
0012	Poste fibra de vidrio 14m 750kgf monolítico	ET-TD-ME04-02	200064
0012	Poste fibra de vidrio 14m 750kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200065
0012	Poste metálico 14 m 750kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	200083
0012	Poste concreto 16 m 750 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200029
0012	Poste fibra de vidrio 16 m 750 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	214752
0012	Poste metálico 16 m 750 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	215649
0141	Aislador poste porcelana 15kV 9" ANSI C29.7 clase 57-1	ET-TD-ME02-01	200154
0141	Aislador poste polimérico 15kV 14.7" ANSI C29.18 clase 51-2F	ET-TD-ME02-04	267641
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,

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1002	REV 0
	NC - RA2 - 1002. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm		
	CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A 	ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 7 de 11

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*.

7 CURVAS DE UTILIZACIÓN

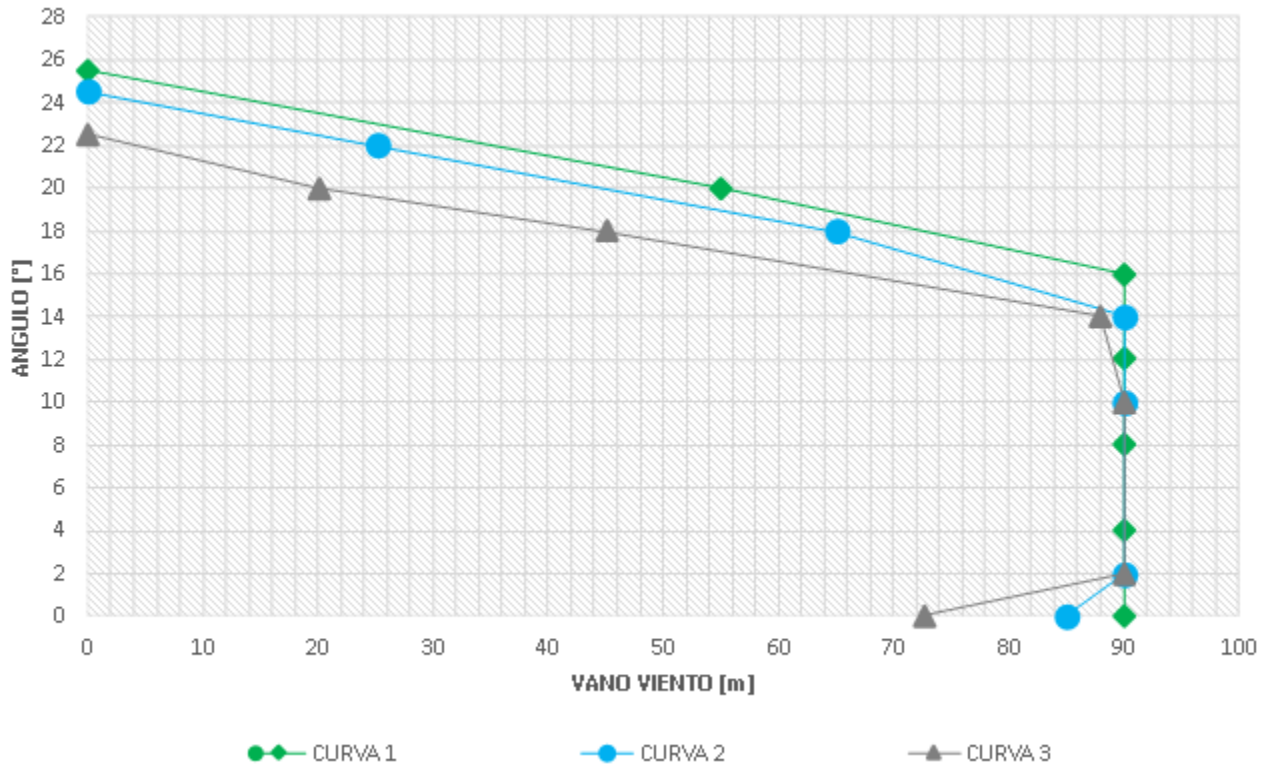
Las curvas de utilización de los montajes que se presentan en esta norma aplican de acuerdo con las siguientes combinaciones de conductores:

Tabla 4. Definición de curva según combinación de calibres de conductores.

Circuito 13.2 kV		Circuito 13.2 kV		Curva
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	<u>Curva 3</u>
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	<u>Curva 2</u>
266.8 kcmil (Waxwing)	312.8 kcmil (Butte)	1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	
4/0 AWG (Penguin)	246.9 kcmil (Alliance)	1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	<u>Curva 1</u>
2/0 AWG (Quail)	155.4 kcmil (Anaheim)	1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	
1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	1/0 AWG (Raven)	123.3 kcmil (Azusa)	

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1002	REV 0
	NC - RA2 - 1002. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 8 de 11

Montaje a: con viento y sin bayoneta

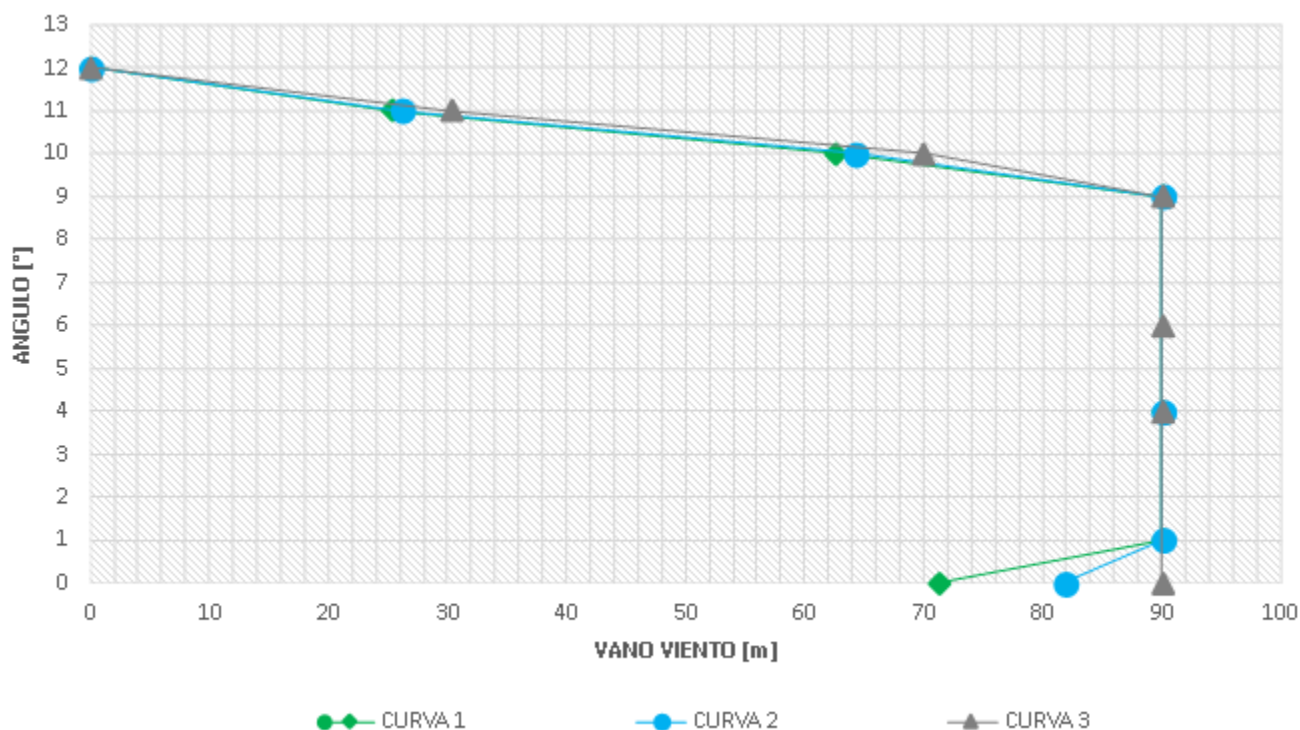


Notas:

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 90m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 90.
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:

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1002	REV 0
Grupo·epm®	NC - RA2 - 1002. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 9 de 11

Montaje b: 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 90 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 90 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:

CURVA 1	CURVA 2	CURVA 3
78.408	89.969	99

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 1002	REV 0
Grupo·epm®	NC - RA2 - 1002. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 10 de 11

8 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 51-2F distancia de fuga 356mm 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 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.
5. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe emplear herrajes de acero inoxidable y estructuras PRFV.
6. 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 ANEXOS

Tabla 5. Curvas de utilización por conductor montaje a.

CURVA 1		CURVA 2		CURVA 3	
ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV
0.0	90.0	0.0	85.0	0.0	72.6
4.0	90.0	2.0	90.0	2.0	90.0
8.0	90.0	10.0	90.0	10.0	90.0
12.0	90.0	14.0	90.0	14.0	88.0
16.0	90.0	18.0	65.0	18.0	45.0
20.0	55.0	22.0	25.0	20.0	20.0

Tabla 6. Curvas de utilización por conductor montaje b.

CURVA 1		CURVA 2		CURVA 3	
ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV	ÁNGULO	VV
0.0	71.3	0.0	81.8	0.0	90.0
1.0	90.0	1.0	90.0	4.0	90.0
4.0	90.0	4.0	90.0	6.0	90.0
9.0	90.0	9.0	90.0	9.0	90.0
10.0	62.6	10.0	64.3	10.0	70.0
11.0	25.4	11.0	26.1	11.0	30.3

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS		NC - RA2 - 1002		REV 0
Grupo·epm®	NC - RA2 - 1002. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DOBLE CIRCUITO. CONFIGURACIÓN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2400 mm				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 11 de 11