

NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm

Fecha de creación	2020-02-10	
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	

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 - 501	REV 2		
	NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 1 de 13

1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en hache denominada NC-RA2-501 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). 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 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 con una cadena de 5 aisladores tipo suspensión en porcelana, 15kV, 6 1/2", ANSI C29.2, clase 52-1, clevis. Podrán emplearse, también, aisladores de vidrio de la misma clase. Esta cadena también responde a los requerimientos en zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera y zonas de alta densidad de descargas atmosféricas (DDT).

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 501	REV 2		
	NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 2 de 13

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 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".

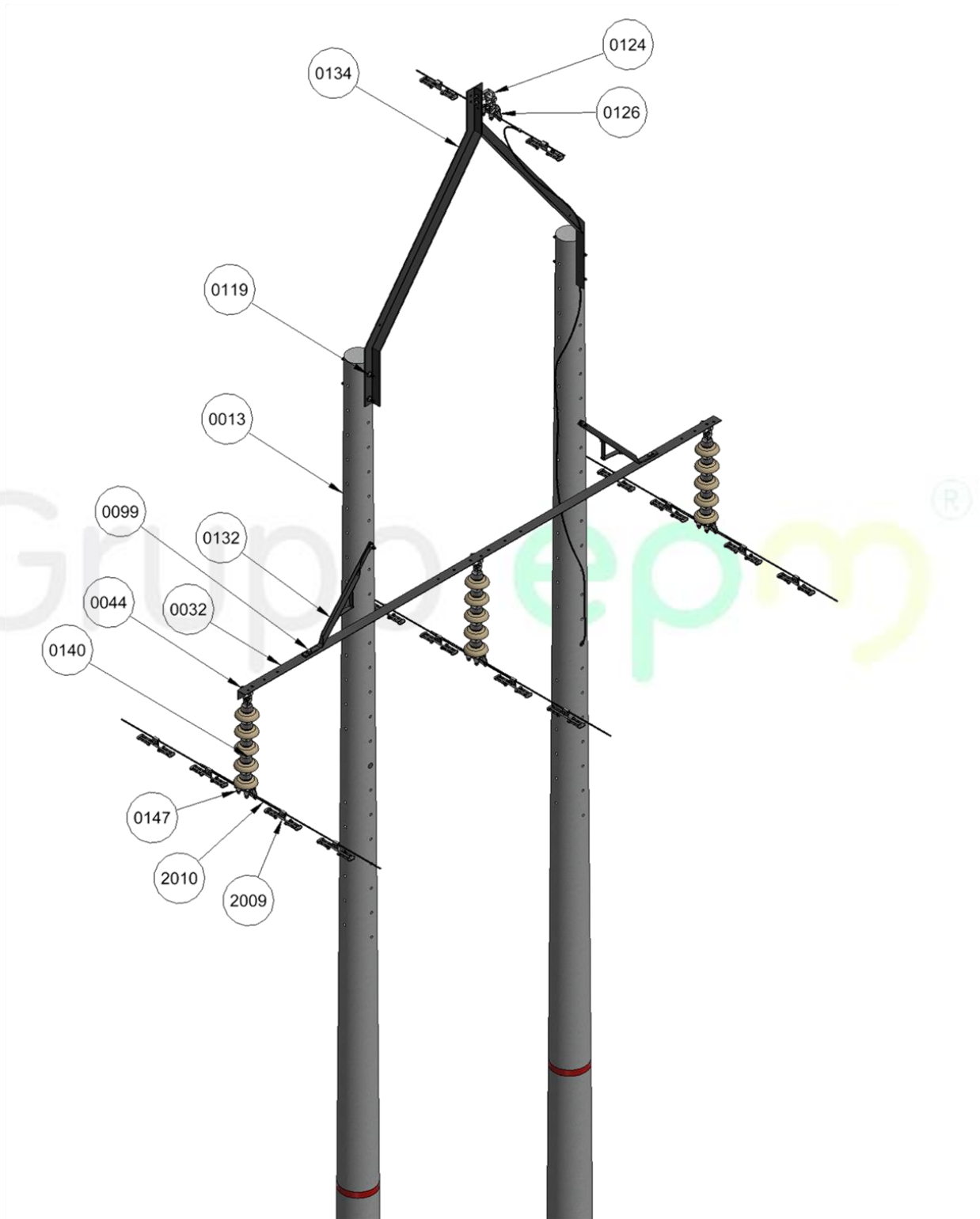
Durante la implementación de esta norma se debe tener en cuenta la constitución o definición de la zona de servidumbre de acuerdo con la norma técnica NT-06 "Distancias de seguridad en redes de distribución".

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 - 501	REV 2
	NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 3 de 13

4 MODELO

Figura 1. Vista isometrica

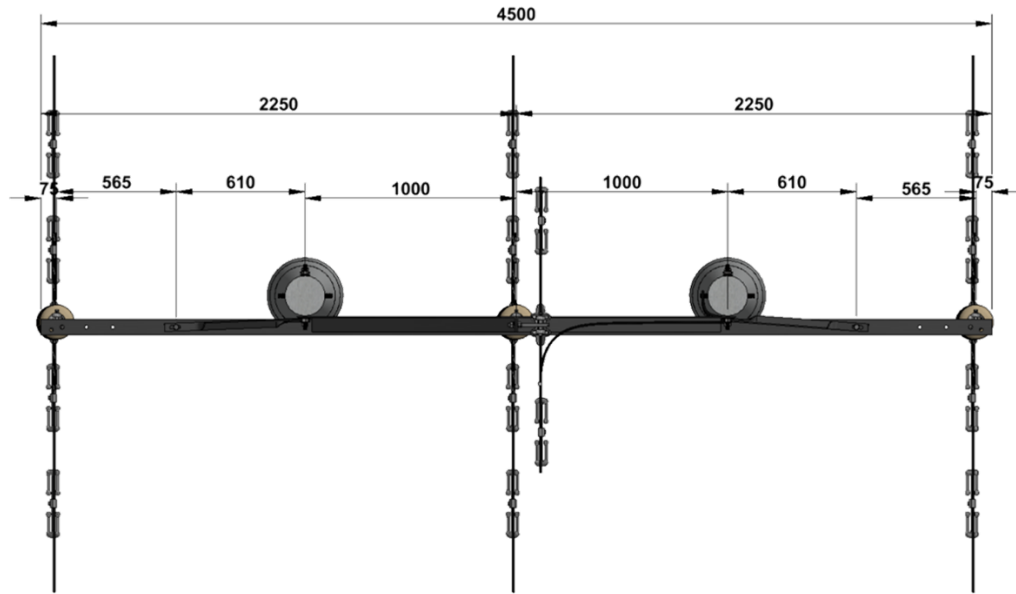


ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 501	REV 2
Grupo epm ®	NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 4 de 13

Longitud h (mm)	
Con bayoneta	3850
Sin bayoneta	2100

ENERGÍA		NORMA TÉCNICAS		NC - RA2 - 501		REV 2	
		NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm					
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 5 de 13	

Figura 3. Vista en planta



5 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 2. Listado de materiales estructura NC-RA2-501

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
0012 ⁽¹⁾ (ver tabla 3)	Poste de concreto de 12 m y 750 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200015			2	2
0032	Cruceta metálica 4500mm 3" x 3" x 1/4"	ET-TD-ME03-02	217212			1	1
0044	Eslabón en U 5/8" forjado galvanizado	ET-TD-ME03-11	211318			3	4
0099	Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8" X 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438			2	2
0119	Esparrago 5/8" x 12"	ET-TD-ME03-19	211392			4	8
0124	Ojal de suspensión de 5/8" péndola	ET-TD-ME03-36	253930				1
0126 ⁽²⁾ (ver tabla 3)	Grapa de suspensión aluminio 4 AWG -2/0 AWG	ET-TD-ME03-16	213343				1
0132	Diagonal metálica recta 1 1/2"X1 1/2"X3/16" 1000 mm	ET-TD-ME03-04	222316			2	2
0134	Bayoneta metálica riostra 3" x 3" 1/4" separación 2000 mm	ET-TD-ME03-03	211301				1
0140	Aislador suspensión porcelana 15 kV 6 1/2" ANSI C29.2 clase 52-1 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-01	200149			15	15
0147 ⁽²⁾ (ver tabla 3)	Grapa de suspensión aluminio 4/0 AWG a 336.4 kcmil	ET-TD-ME03-16	217326			3	3
	Armadura preformada 1/0 AWG a 477 kcmil	ET-TD-ME03-39	-			3	3

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 501	REV 2
 NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm			
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 6 de 13

CÓDIGO IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE	CANTIDAD POR MONTAJE			
				a	b	c	d
(2), (3)	Amortiguador stockbridge aluminio 1/0 AWG a 477 kcmil con grapa de sujeción	ET-TD-ME03-55	-				
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) 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.							

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
- e → 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
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 14 m 750 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200022
0012	Poste fibra de vidrio 14 m 750 kgf monolítico	ET-TD-ME04-02	200064
0012	Poste fibra de vidrio 14 m 750kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200065
0012	Poste metálico 14 m 750 kgf 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
0147	Grapa de suspensión aluminio 4 AWG a 2/0 AWG	ET-TD-ME03-16	213343
0147	Grapa de suspensión aluminio 2/0 AWG a 4/0 AWG	ET-TD-ME03-16	217325
0147	Grapa de retención aluminio tipo pistola 2/0 AWG-266.8 kcmil	ET-TD-ME03-16	213341
0126	Grapa de suspensión acero para mensajero 3/8"	ET-TD-ME03-16	217329
0126	Grapa de suspensión acero para mensajero 7/16"	ET-TD-ME03-16	226206

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).

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 501	REV 2
	NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 7 de 13

- 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).

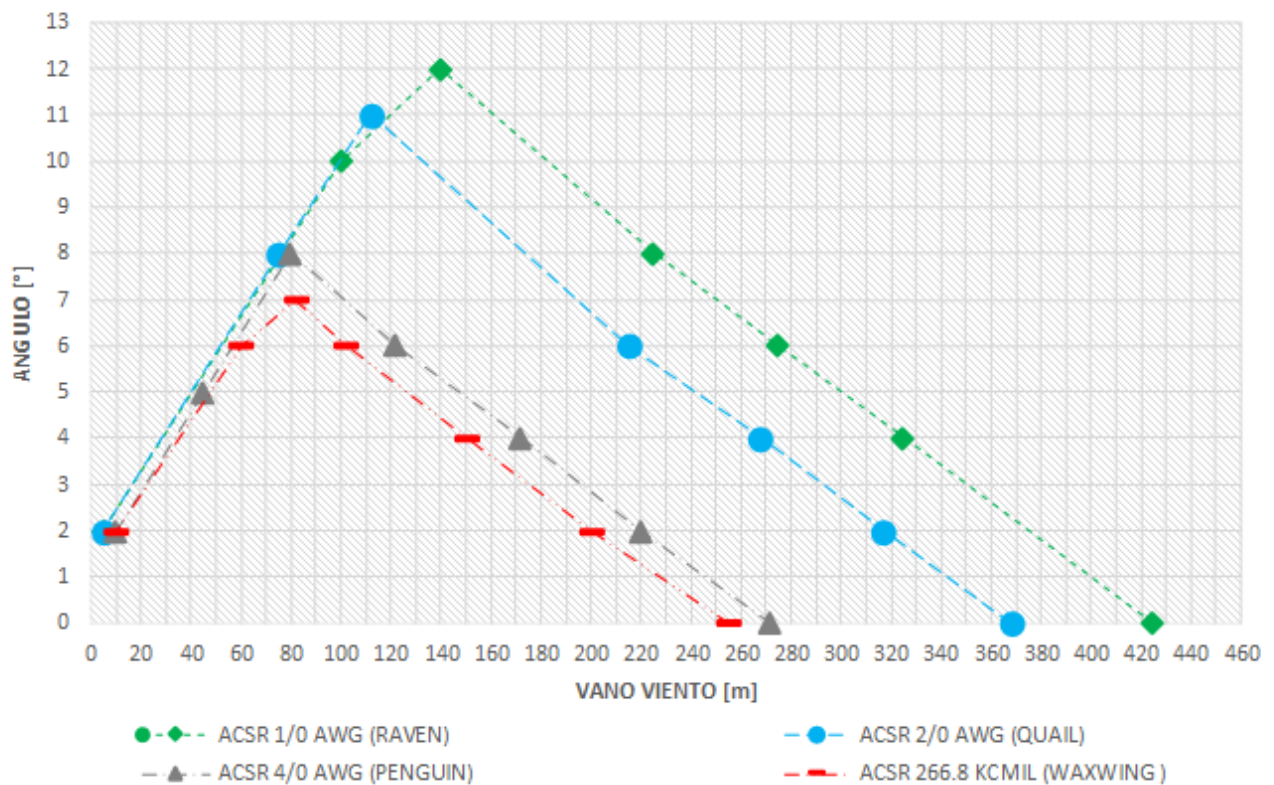
En el documento anexo *ANX-12B Tablas de cálculo mecánico cables desnudos* se muestran las tensiones y flechas de los conductores utilizados por el Grupo EPM para las anteriores hipótesis, y las tablas de tendido para el rango de temperaturas que se presentan en la zona de influencia del grupo EPM se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



ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS		NC - RA2 - 501		REV 2
Grupo·epm®	NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 8 de 13

7 CURVAS DE UTILIZACIÓN

Montaje c: sin viento y sin bayoneta



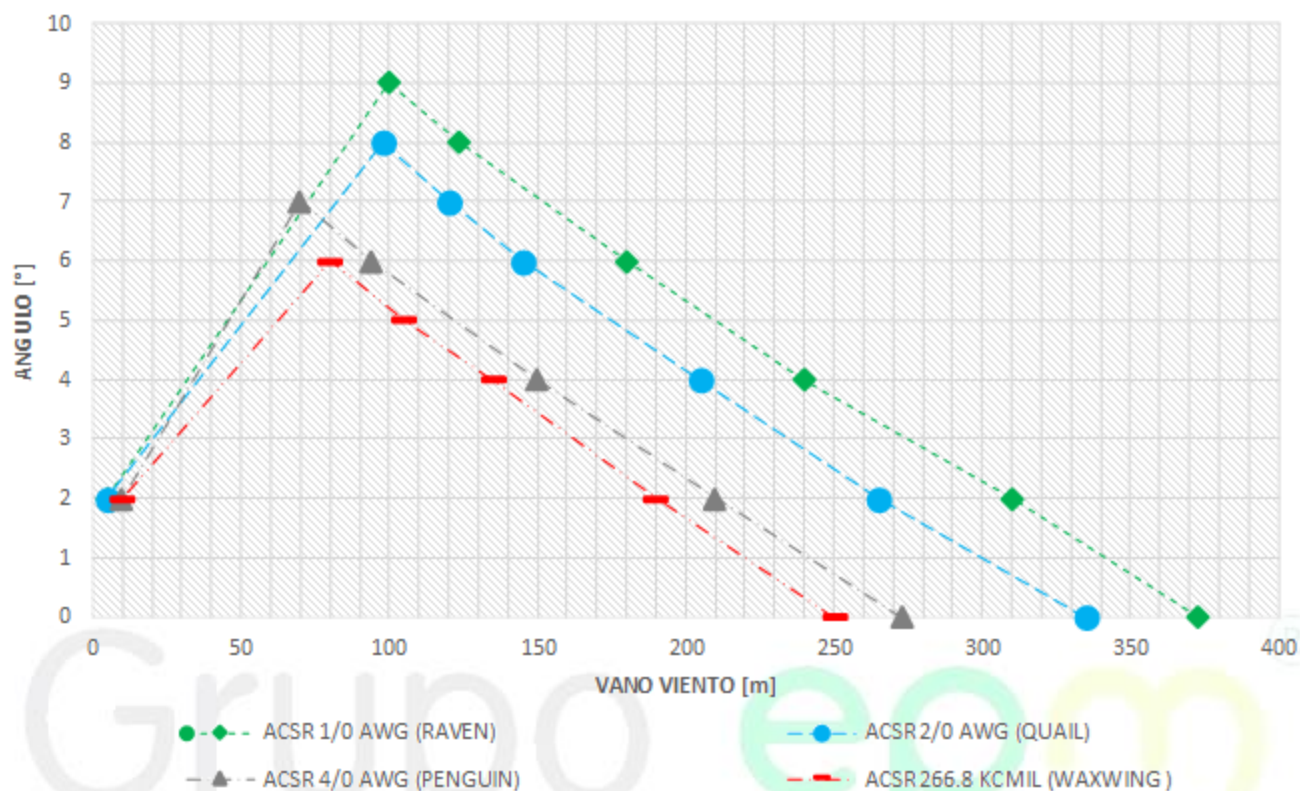
Notas:

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 540 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 130 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 máximo ángulo de balanceo permitido para la red de media tensión en condiciones de viento máximo es de 56°.
9. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

CABLE 1/0 AWG	CABLE 2/0 AWG	CABLE 4/0 AWG	CABLE 266,8 KCMIL
467 m	405 m	300 m	280 m

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 501	REV 2
	NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 9 de 13

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



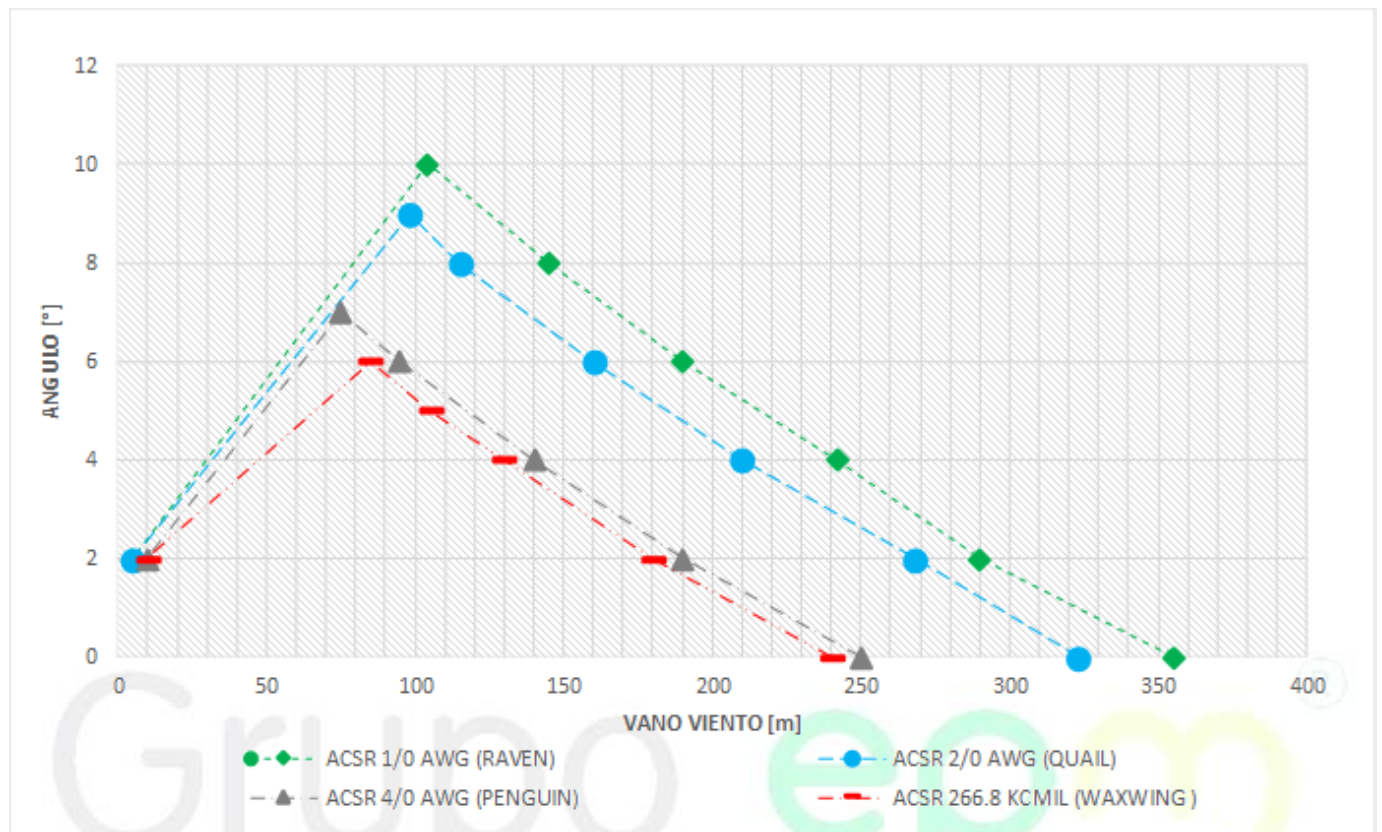
Notas:

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 540 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 80 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 máximo ángulo de balanceo permitido para la red de media tensión en condiciones de viento máximo es de 56°.
9. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

CABLE 1/0 AWG	CABLE 2/0 AWG	CABLE 4/0 AWG	CABLE 266,8 KCMIL
410 m	368 m	300.3 m	275 m

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 501	REV 2
Grupo·epm®	NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 10 de 13

Montaje d: 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 540 m.
6. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 80 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 máximo ángulo de balanceo permitido para la red de media tensión en condiciones de viento máximo es de 56°.
9. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

CABLE 1/0 AWG	CABLE 2/0 AWG	CABLE 4/0 AWG	CABLE 266,8 KCMIL
390 m	355 m	275 m	264 m

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS	NC - RA2 - 501	REV 2
Grupo·epm®	NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 11 de 13

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 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.
4. En zonas con nivel 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 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.

Grupo **epm**[®]

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS		NC - RA2 - 501	REV 2	
	NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 12 de 13

9 ANEXOS

Tabla 4. Curvas de utilización por conductor montaje c: sin viento y sin bayoneta

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]
0.0	425.0	0.0	368.0	0.0	272.0	0.0	255.0
4.0	325.0	2.0	317.0	2.0	220.0	2.0	200.0
6.0	275.0	4.0	268.0	4.0	172.0	4.0	150.0
8.0	225.0	6.0	215.0	6.0	122.0	6.0	102.0
12.0	140.0	11.0	112.0	8.0	80.0	7.0	82.0
10.0	100.0	8.0	75.0	5.0	45.0	6.0	60.0

Tabla 5. Curvas de utilización por conductor montaje d: sin viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda

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]
0.0	373.0	0.0	335.0	0.0	273.0	0.0	250.0
2.0	310.0	2.0	265.0	2.0	210.0	2.0	190.0
4.0	240.0	4.0	205.0	4.0	150.0	4.0	135.0
6.0	180.0	6.0	145.0	6.0	94.0	5.0	105.0
8.0	124.0	7.0	120.0	7.0	70.0	6.0	80.0
9.0	100.0	8.0	98.0	2.0	10.0	2.0	10.0

Tabla 6. Curvas de utilización por conductor montaje d: sin viento y con bayoneta o espigo para soportar el neutro

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]
0.0	355.0	0.0	323.0	0.0	250.0	0.0	240.0
2.0	290.0	2.0	268.0	2.0	190.0	2.0	180.0
4.0	242.0	4.0	210.0	4.0	140.0	4.0	130.0
6.0	190.0	6.0	160.0	6.0	95.0	5.0	105.0
8.0	145.0	8.0	115.0	7.0	75.0	6.0	85.0
10.0	104.0	9.0	98.0	2.0	10.0	2.0	10.0

ENERGÍA	NORMA TÉCNICAS		NC - RA2 - 501		REV 2	
		NC - RA2 - 501. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV HACHE. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 4500 mm				
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 13 de 13