

NORMA DE CONSTRUCCIÓN

NC-RA2-514

Estructura en Hache configuración suspensión con cruceta de 2400 mm y 4500 mm para red aérea nivel de tensión 13.2 kV

Control de cambios						
Versión ¹	Revisión ²	Fecha	Naturaleza del cambio	Elaboró	Revisó	Aprobó
1	0	2023-01-13	Creación	CET ¹	Jefe Unidad CET NyL ²	Gerente CET ³
EPM CET NyL: Johan Sebastian Higuíta Higuíta, Gabriel Jaime Romero Choperena ¹ ; Área Proyectos CHEC – CET: José Narces Orozco Galeano ¹ ; Área Proyectos ESSA – CET: Fredy Antonio Pico Sanchez ¹ ; Área Gestión Operativa EDEQ – CET: Orlando Iván Ramírez Morales ¹ ; Área Proyectos CENS – CET: Laura Burgos Graterón ¹ ; Ramón Héctor Ortiz Tamayo ² ; Luis Fernando Aristizábal Gil ³ D0323010017019						

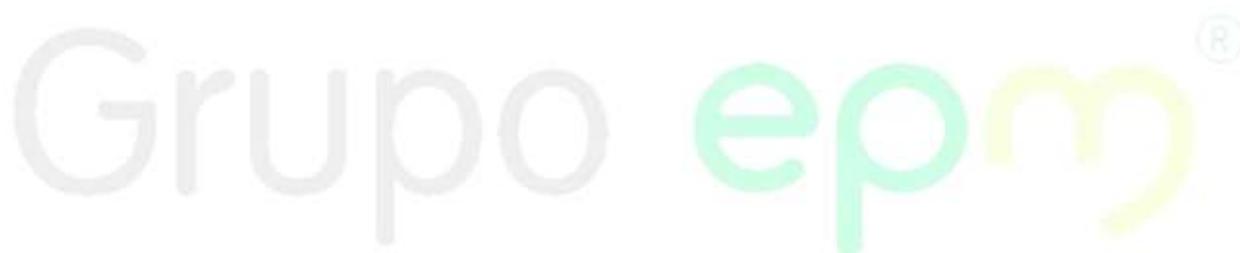
¹ La versión es un estado documental que corresponde a cambios de fondo en el contenido de la norma.

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

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

CONTENIDO

1.	ALCANCE.....	4
2.	GENERALIDADES.....	4
3.	MODELO.....	6
4.	MATERIALES.....	8
5.	TENSIONADO DEL CONDUCTOR.....	9
6.	CURVAS DE UTILIZACIÓN.....	10
7.	NOTAS GENERALES.....	13
	ANEXO I. PUNTOS PARA CURVAS DE UTILIZACIÓN POR CONDUCTOR.....	15



Lista de tablas

Tabla 1. <i>Calibres de conductores para redes a 13.2 kV</i>	5
Tabla 2. <i>Materiales y cantidades para cada opción de montaje</i>	8
Tabla 3. <i>Materiales opcionales</i>	9
Tabla 4. <i>Vano peso para la opción de montaje c: sin retenida y sin bayoneta</i>	11
Tabla 5. <i>Vano peso para la opción de montaje d: sin retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda</i>	12
Tabla 6. <i>Vano peso para la opción de montaje d: sin retenida y con bayoneta para soportar el cable de neutro</i>	13
Tabla 7. <i>Curvas de utilización por conductor montaje c: sin retenida y sin bayoneta</i>	15
Tabla 8. <i>Curvas de utilización por conductor montaje d: sin retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda</i>	15
Tabla 9. <i>Curvas de utilización por conductor montaje d: sin retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda</i>	15

Lista de figuras

Figura 1. <i>Vista isométrica</i>	6
Figura 2. <i>Vista frontal</i>	7
Figura 3. <i>Vista en planta</i>	8
Figura 4. <i>Curva de utilización para opción de montaje c: sin retenida y sin bayoneta</i>	10
Figura 5. <i>Curva de utilización para opción de montaje d: sin retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda</i>	11
Figura 6. <i>Curva de utilización para opción de montaje d: sin viento y con bayoneta o espigo para soportar el neutro</i>	12

1. Alcance

Esta norma tiene como propósito establecer los requisitos técnicos para el diseño, construcción y mantenimiento de redes aéreas de distribución de energía eléctrica con niveles de tensión a 13.2 kV con estructuras en Hache configuración suspensión, teniendo en cuenta las condiciones límites resultantes del análisis electromecánico de las estructuras. Los requisitos técnicos de esta norma aplican para el sistema de distribución de energía eléctrica de las empresas del Grupo EPM.

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

2. Generalidades

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

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

El análisis electromecánico emplea poste de concreto de 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 cadena de 5 aisladores tipo suspensión en porcelana, 15 kV, 6 ½'', 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).

El máximo ángulo de balanceo permitido para la red de media tensión en condiciones de viento máximo es de 56 °.

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

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

3. Modelo

Figura 1. Vista isométrica

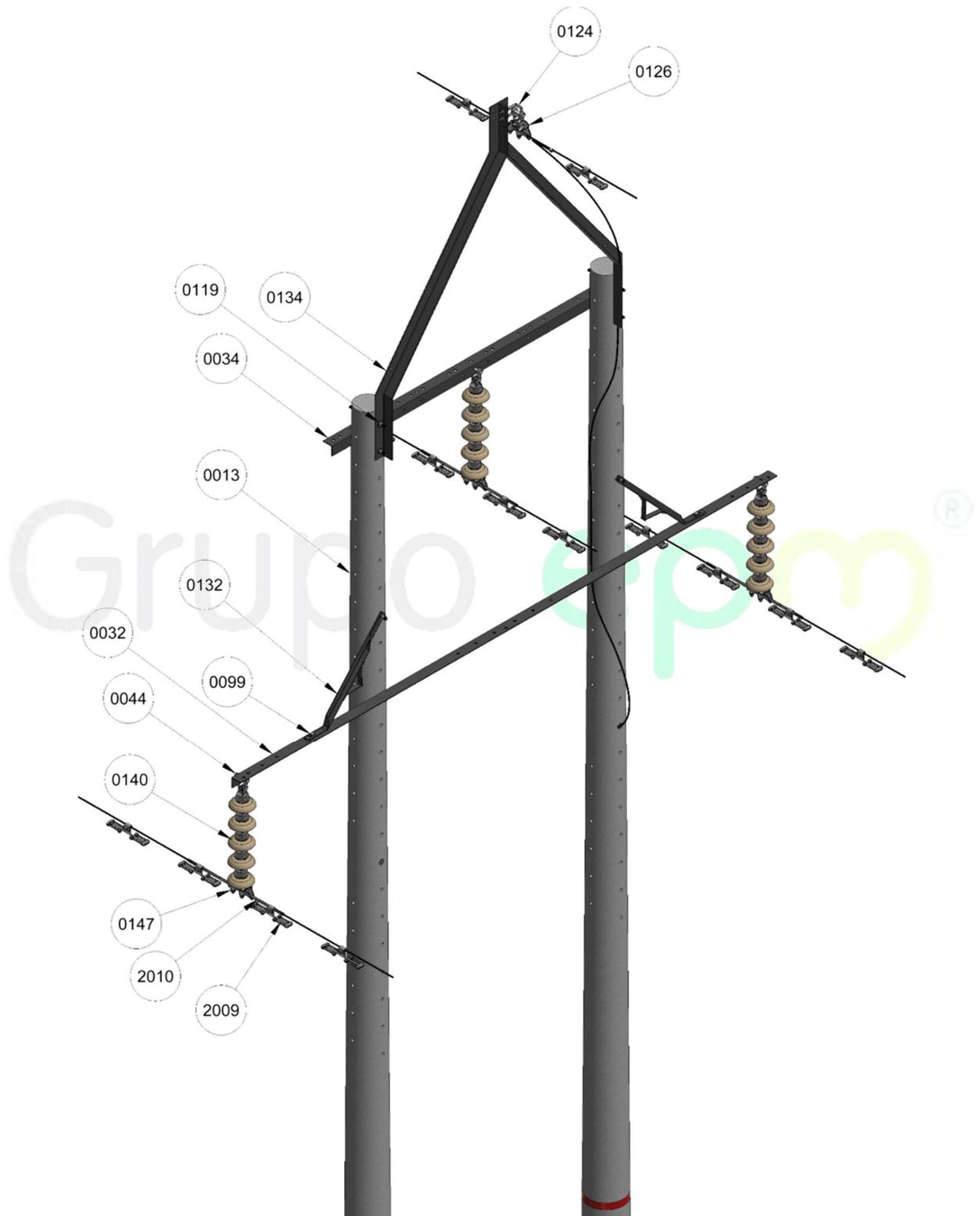
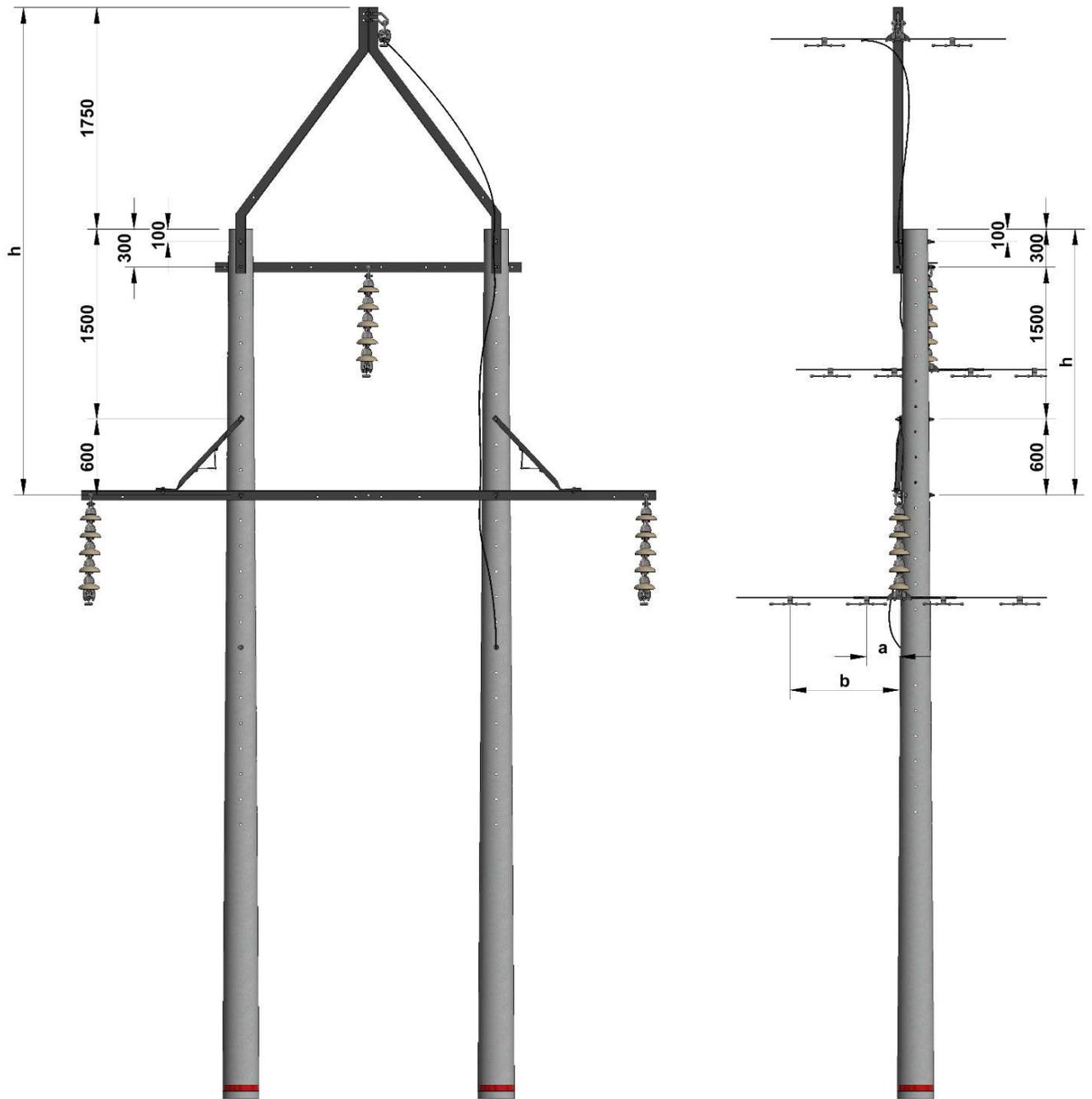
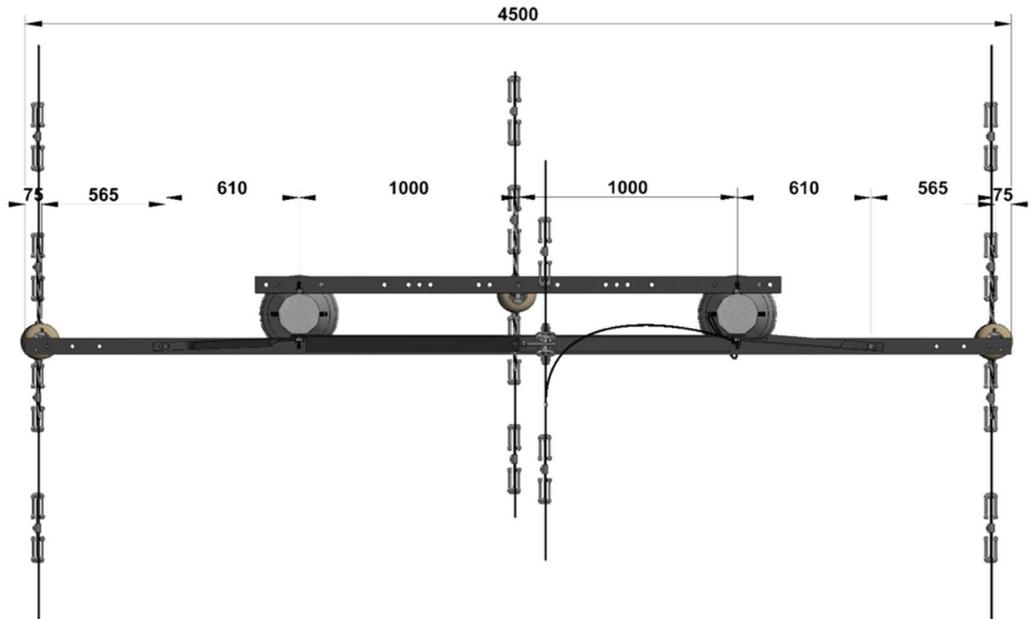


Figura 2. Vista frontal



Longitud h [mm]	
Con bayoneta	3850
Sin bayoneta	2100

Figura 3. Vista en planta



4. Materiales

Tabla 2. Materiales y cantidades para cada opción de montaje

Código id.	Descripción técnica	Referencia	Código JDE	Cantidad por montaje			
				a	b	c	d
0012 ⁽¹⁾	Poste de concreto de 12 m y 750 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200015			2	2
0032	Cruceta metálica 4500 mm 3'' x 3'' x ¼''	ET-TD-ME03-02	217212			1	1
0034	Cruceta metálica 2400 mm 3'' x 3'' x ¼''	ET-TD-ME03-02	211275			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 ½''	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 ½'' x 1 ½'' x 3/16'' 1000 mm	ET-TD-ME03-04	222316			2	2
0134	Bayoneta metálica riostra 3'' x 3'' x ¼'' separación 2000 mm	ET-TD-ME03-03	211301				1
0140 (ver tabla 3)	Aislador suspensión porcelana 15 kV 6 ½'' 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
(2), (3)	Amortiguador stockbridge aluminio 1/0 AWG a 477 kcmil con grapa de sujeción	ET-TD-ME03-55	-				

Código id.	Descripción técnica	Referencia	Código JDE	Cantidad por montaje			
				a	b	c	d
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 la grapa requerida, 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 RAG-019.							
Opciones de montaje:							
a. Con retenida y sin bayoneta							
b. Con retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro							
c. Sin retenida y sin bayoneta							
d. Sin retenida 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 de acuerdo con requerimientos particulares para la utilización de la estructura.

Tabla 3. Materiales opcionales

Código id.	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

5. Tensionado del conductor

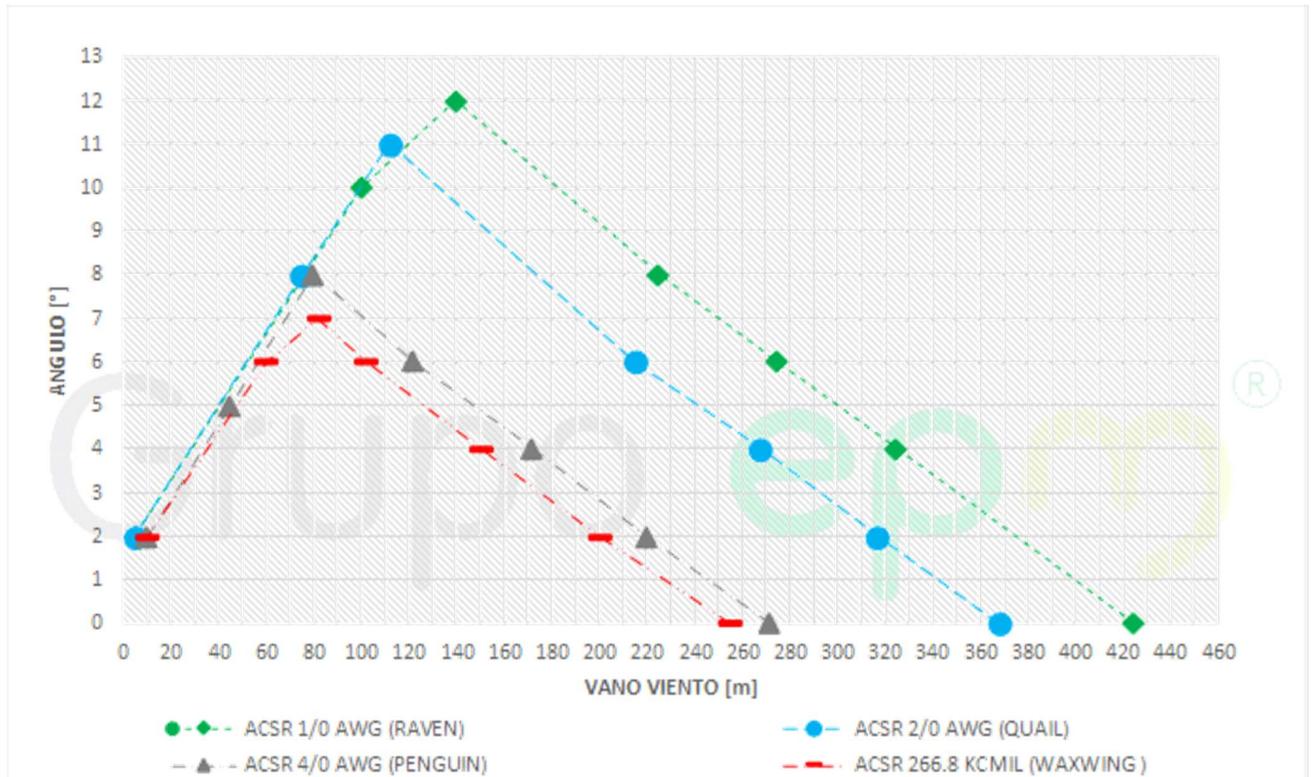
El cálculo mecánico de los conductores se muestra en el documento GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción Grupo EPM y se hace para las siguientes condiciones limitantes.

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

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

6. Curvas de utilización

Figura 4. Curva de utilización para opción de montaje c: sin retenida y sin bayoneta



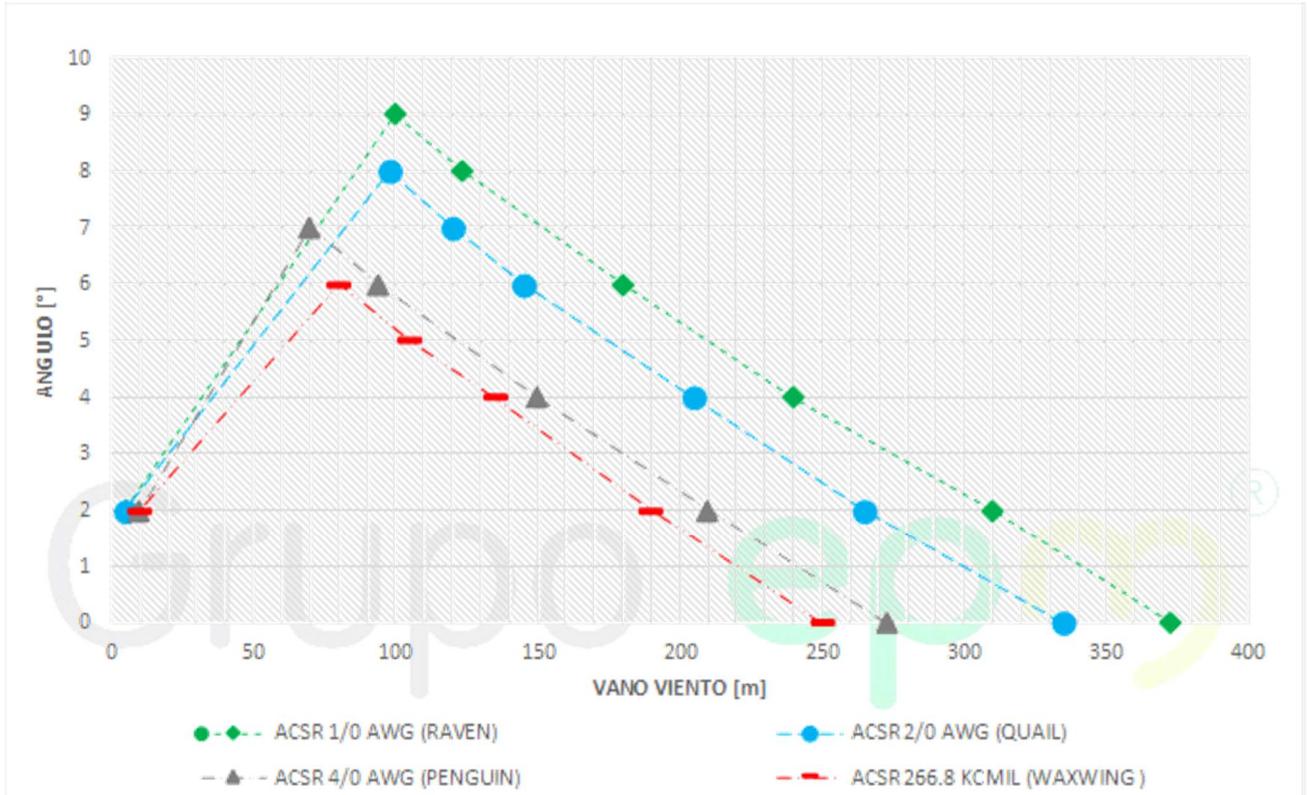
Notas:

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 950 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:

Tabla 4. Vano peso para la opción de montaje c: sin retenida y sin bayoneta

CABLE 1/0 AWG [m]	CABLE 2/0 AWG [m]	CABLE 4/0 AWG [m]	CABLE 266.8 kcmil [m]
467	405	300	280

Figura 5. Curva de utilización para opción de montaje d: sin retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda



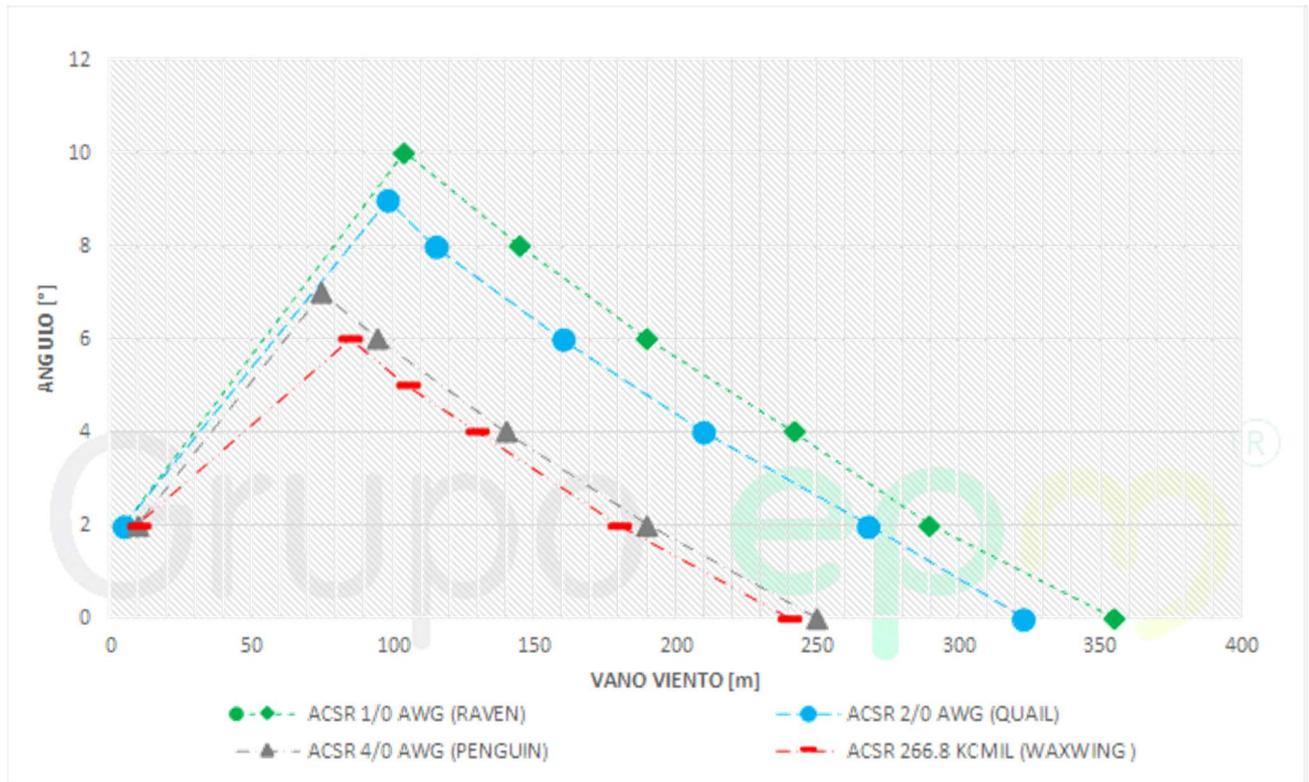
Notas:

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 950 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:

Tabla 5. Vano peso para la opción de montaje d: sin retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda

CABLE 1/0 AWG [m]	CABLE 2/0 AWG [m]	CABLE 4/0 AWG [m]	CABLE 266.8 kcmil [m]
410	368	300	275

Figura 6. Curva de utilización para opción de 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 950 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:

Tabla 6. Vano peso para la opción de montaje d: sin retenida y con bayoneta para soportar el cable de neutro

CABLE 1/0 AWG [m]	CABLE 2/0 AWG [m]	CABLE 4/0 AWG [m]	CABLE 266.8 kcmil [m]
390	355	275	264

7. Notas generales

- a. Todas las dimensiones, en las figuras, están dadas en milímetros.
- b. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar conductores AAAC.
- c. 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.
- d. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe emplear herrajes de acero inoxidable y estructuras PRFV.
- e. En caso de que el poste no tenga las perforaciones indicadas en los planos, se 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.
- f. Las estructuras que construyen con poste de fibra de vidrio (PRFV), deben utilizar arandela cuadrada curva (cod. JDE 268677, ET-TD-ME03-18) en los puntos donde los espárragos se aseguren directamente contra la superficie del poste, es decir, cuando entre la superficie del poste y la tuerca no se encuentren elementos como tuercas de ojo, crucetas, diagonales, bayonetas, entre otros. Otra opción es reemplazar el espárrago por collarín o abrazadera. Estas acciones evitan las fisuras o rasgado en la pared del poste debido al exceso de presión por el par de apriete en las tuercas de los espárragos.

Grupo **epm**[®]

Anexo I. Puntos para curvas de utilización por conductor

Tabla 7. Curvas de utilización por conductor montaje c: sin retenida y sin bayoneta

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	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 8. Curvas de utilización por conductor montaje d: sin retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda

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	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 9. Curvas de utilización por conductor montaje d: sin retenida y con bayoneta para soportar el cable de guarda

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	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