NC - RA2 - 407. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV VERTICAL BIFÁSICA. CONFIGURACIÓN ÁNGULO

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

1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en vertical denominada NC-RA2-407 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 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 los casos en que se requiere cadena de aisladores, se utiliza aislador de suspensión en porcelana, 15kV, 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 29.13 tipo DS-28 tipo clevis lengüeta.

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 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*.

4 MODELO

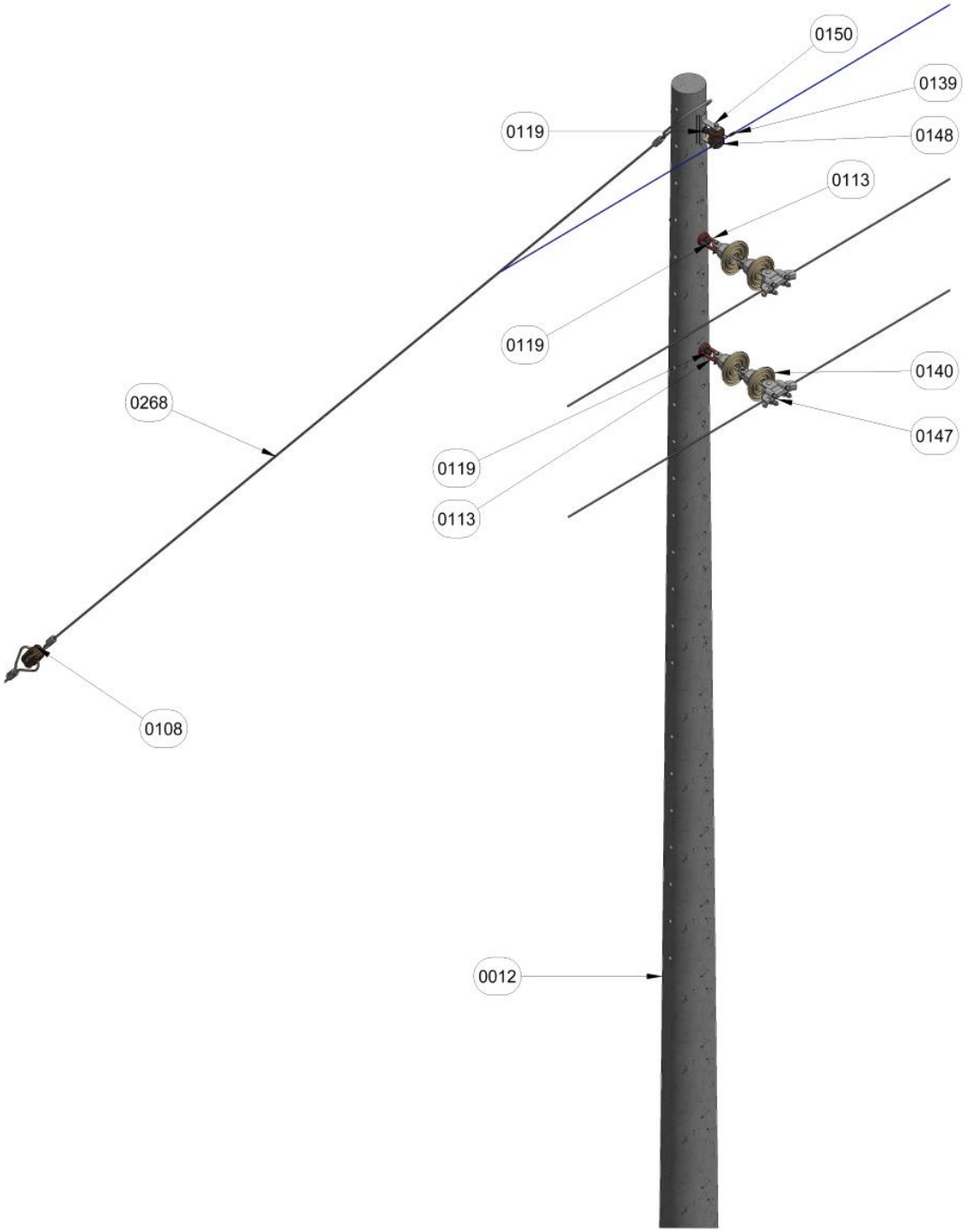


Figura 1. Vista isometrica.

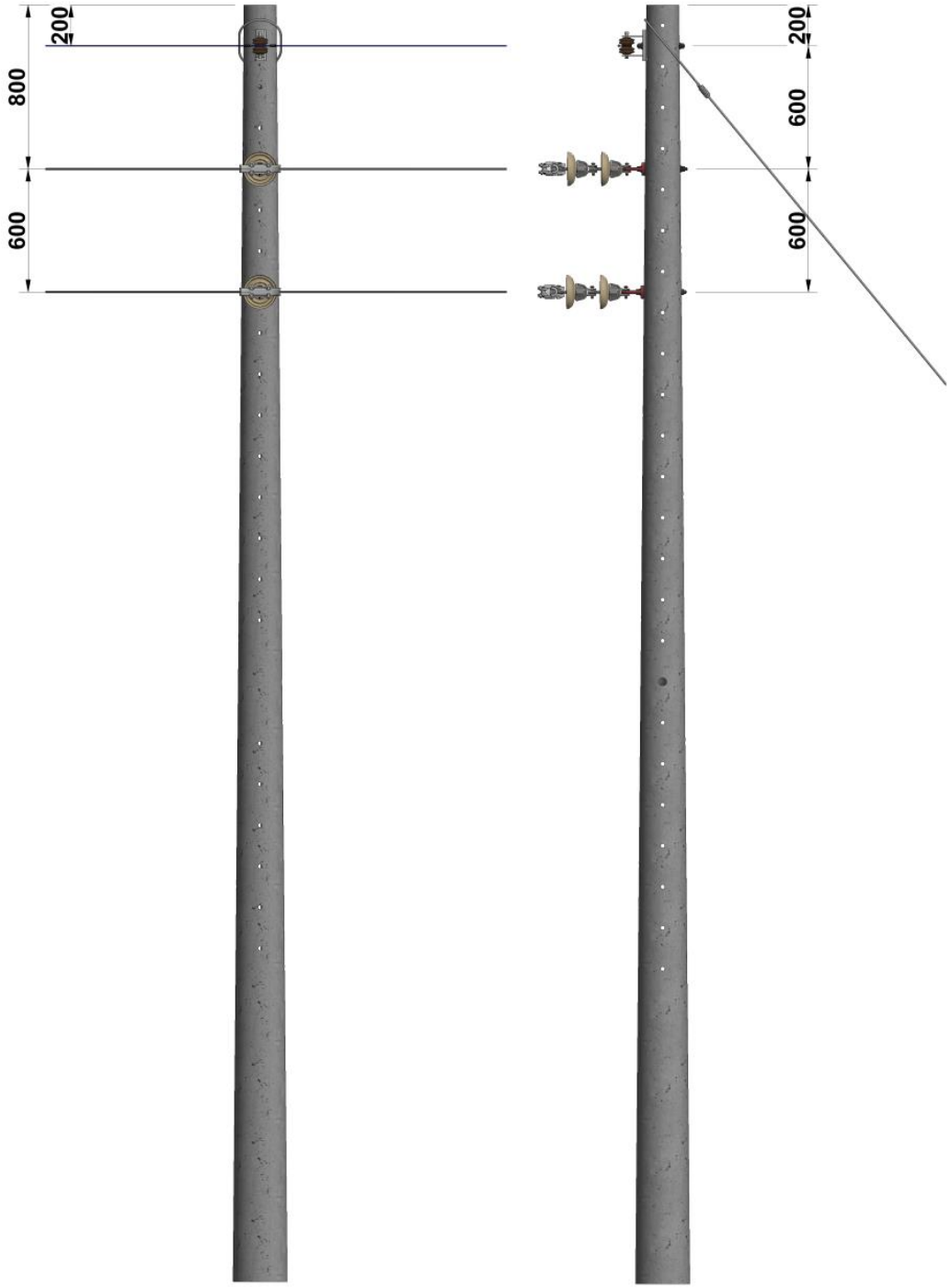


Figura 2. Vista frontal.

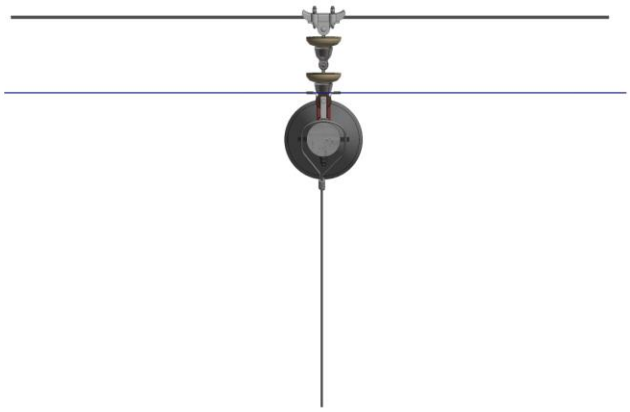


Figura 3. Vista en planta.

5 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 2. Listado de materiales estructura NC-RA2-407

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	1	1		
0014 (ver tabla 3)	Poste de concreto de 12m y 1350kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200017			1	1
0108	Aislador tensor porcelana 15 kV 4 1/4" ANSI C29.4 clase 54-2	ET-TD-ME02-01	200156	1	1		
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	2	3	2	3
0139 (2)	Alambre de amarre de aluminio 4 AWG desnudo	ET-TD-ME01-15	213943		1		1
0140 (ver tabla 3)	Aislador suspensión porcelana 15kv 6 1/2" ANSI C29.2 clase 52-1 clevis-lengüeta	ET-TD-ME02-01	200149	4	4	4	4
0147 (ver tabla 3)	Grapa de suspensión aluminio 4/0 AWG a 336.4 KCMIL	ET-TD-ME03-16	217326	2	2	2	2
0148	Aislador carrete porcelana 0.6 kV 3" ANSI C29.3 clase 53-3	ET-TD-ME02-01	200151		1		1
0150	Percha 1 puesto	ET-TD-ME03-13	211319		1		1
0268 (3)	Viento convencional a suelo o poste auxiliar cable de acero extra resistente diámetro 1/4"	RA6-001	-	1	1		

NOTAS:

(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 neutro
b → Montaje con viento y con cable de guarda/neutro
c → Montaje sin viento y sin neutro
d → Montaje sin viento y con 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 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
0014	Poste fibra de vidrio 12m 1350 kgf monolítico	ET-TD-ME04-02	200062
0014	Poste fibra de vidrio 12m 1350 kgf 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 concreto 16 m 1350 kgf monolítico	ET-TD-ME04-01	200032
0014	Poste fibra de vidrio 16 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-02	200068
0014	Poste metálico 16 m 1350 kgf seccionado	ET-TD-ME04-03	214753
0140	Aislador suspensión polimérico 23kV ANSI C29.13 clase DS-28 clevis-lengüeta (1 Unidad)	ET-TD-ME02-04	200167
0147	Grapa de suspensión aluminio 4 AWG - 2/0 AWG	ET-TD-ME03-16	213343
0147	Grapa de suspensión aluminio 2/0 AWG - 4/0 AWG	ET-TD-ME03-16	217325

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).

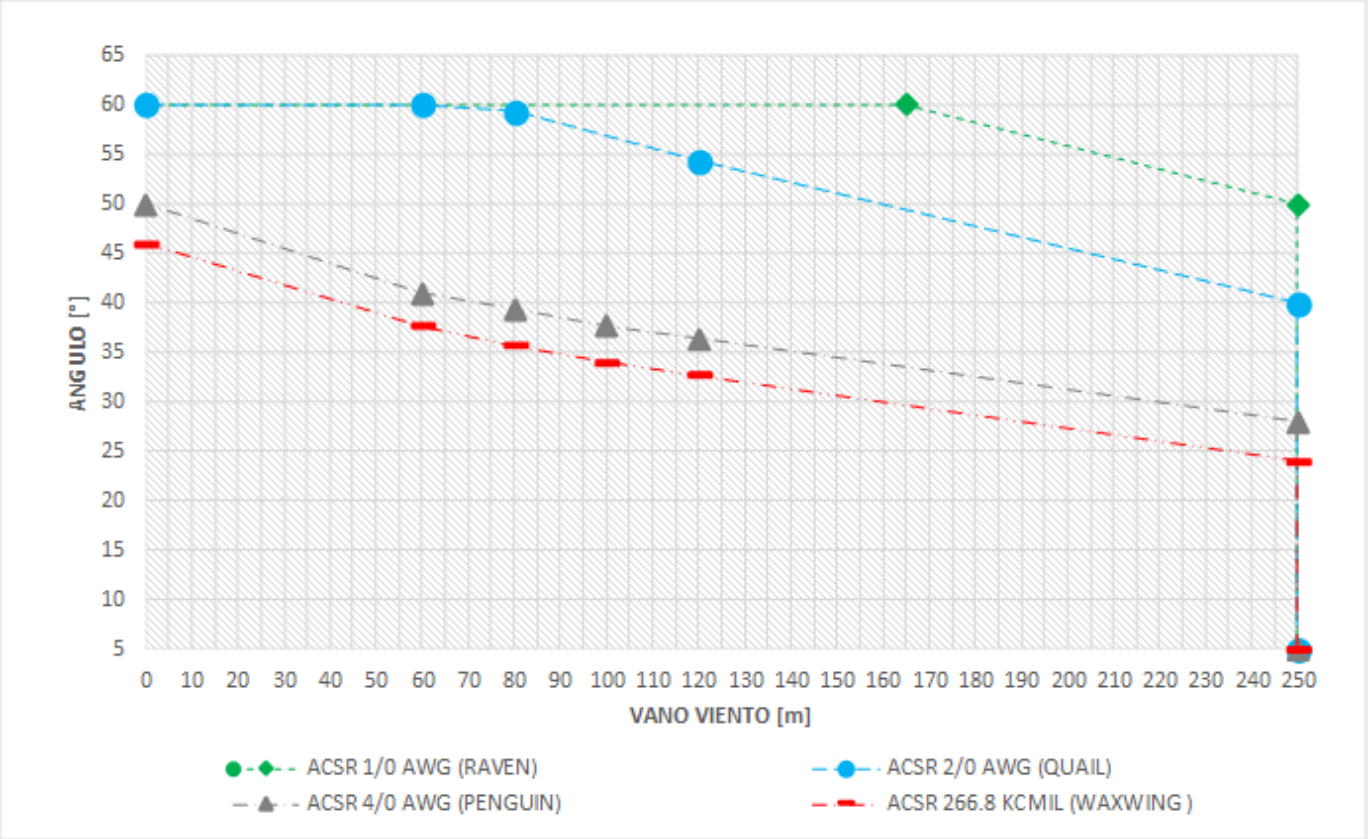
Los valores de tensión y flecha de los cables a diferentes temperaturas, para su tendido, se encuentran en el documento ANX-12D: Tablas de tendido de los cables desnudos. Mientras que, las condiciones mecánicas limitantes se encuentran en el documento ANX-12B: Tablas de cálculo mecánico de conductores.

7 CURVAS DE UTILIZACIÓN

Las curvas de utilización se limitan de forma tal, que la distancia fase - tierra (170 mm) se respete en cualquier condición, en especial para condición de temperatura máxima, considerada como la condición de mayor elongación del cable.

La estructura angular se podrá utilizar a partir de deflexiones en la línea iguales a 4 grados o superiores.

Montaje a: con viento y sin bayoneta

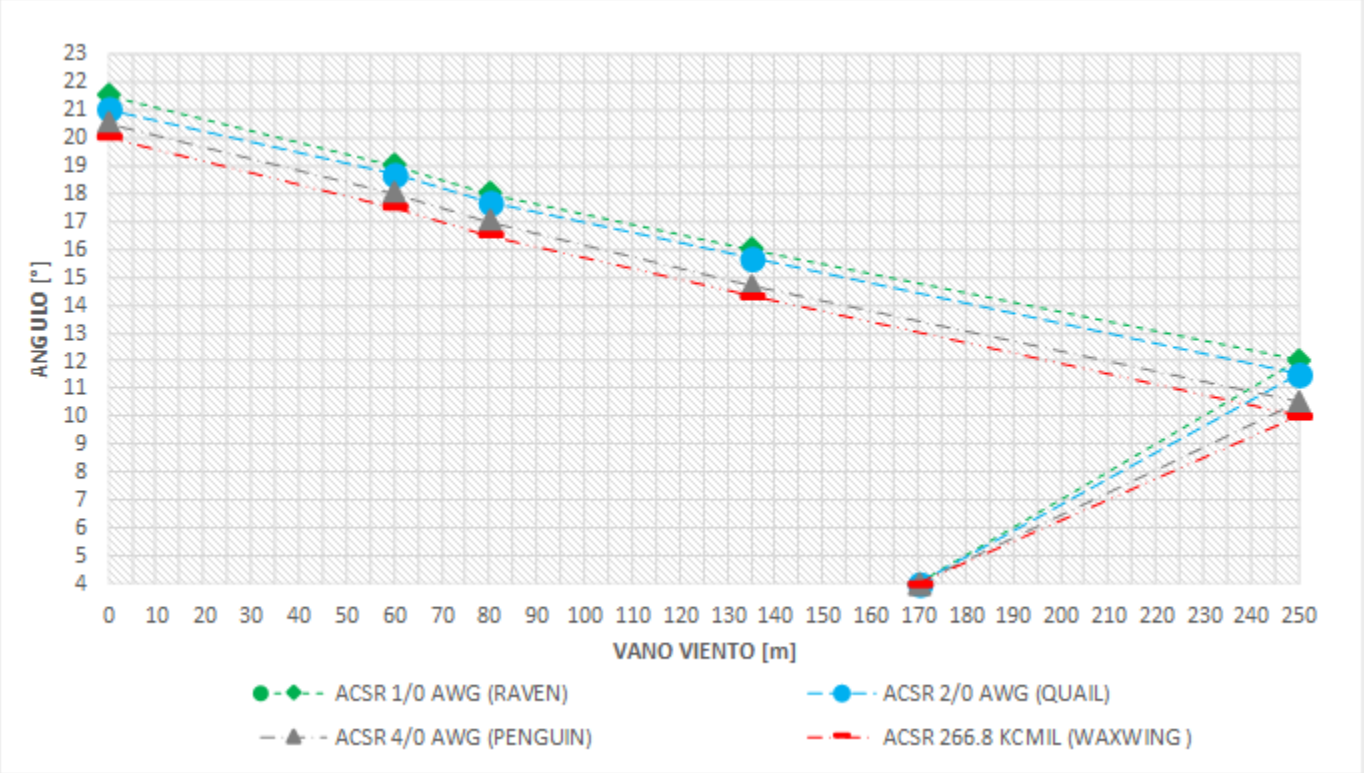


Notas:

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 flecha para terreno plano es de 140 m.
6. 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.
7. Las curvas de utilización se limitan de forma tal, que la distancia fase - tierra (170 mm) se respete en cualquier condición, en especial para condición de temperatura máxima, considerada como la condición de mayor elongación del cable. La estructura angular se podrá utilizar a partir de deflexiones en la línea iguales a 4 grados o superiores.

8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es de 300 m, este valor aplica para el rango de conductores de fase evaluados.

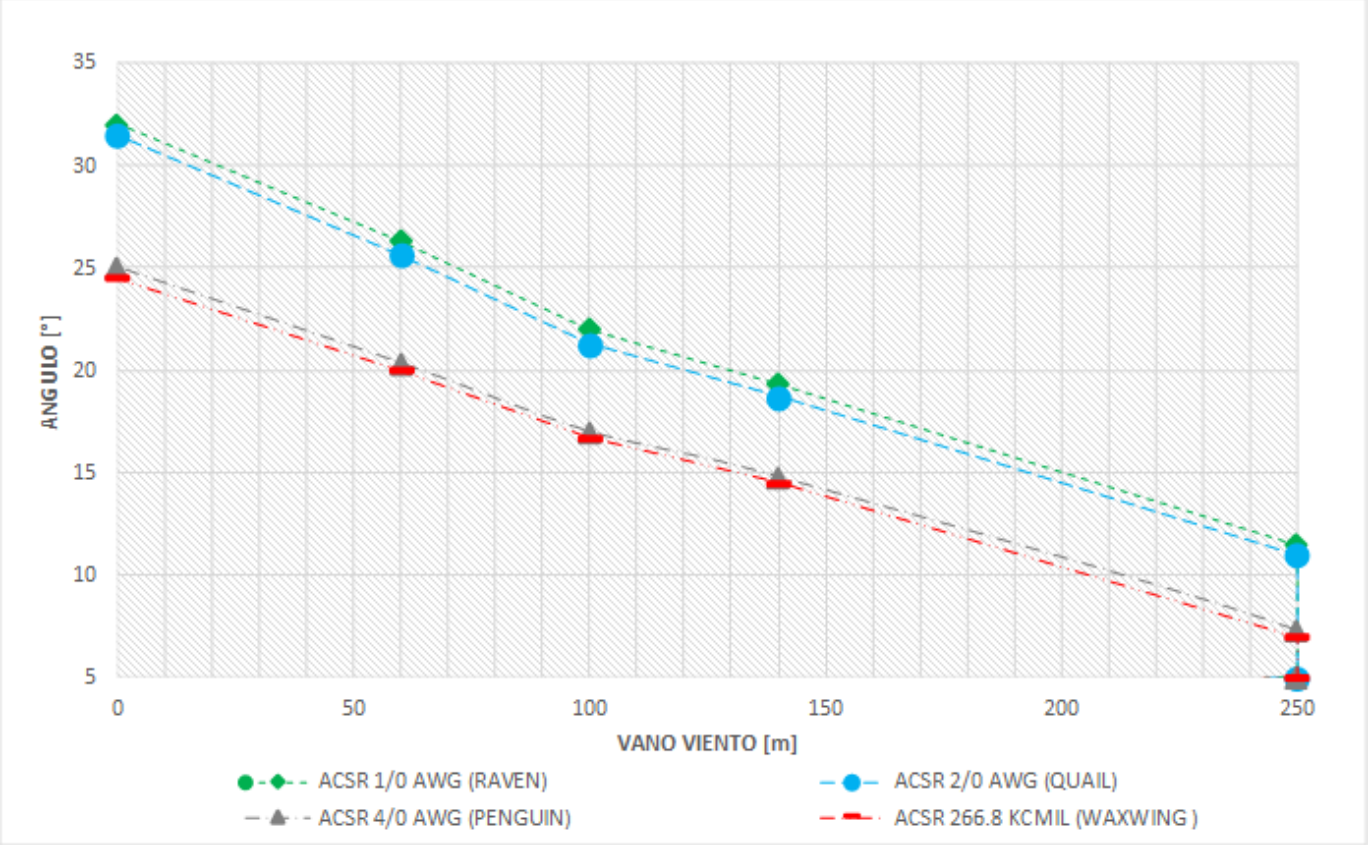
Montaje b: con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda



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 flecha para terreno plano es de 140 m.
6. 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.
7. Las curvas de utilización se limitan de forma tal, que la distancia fase - tierra (170 mm) se respete en cualquier condición, en especial para condición de temperatura máxima, considerada como la condición de mayor elongación del cable. La estructura angular se podrá utilizar a partir de deflexiones en la línea iguales a 4 grados o superiores.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es de 204 m, este valor aplica para el rango de conductores de fase evaluados.

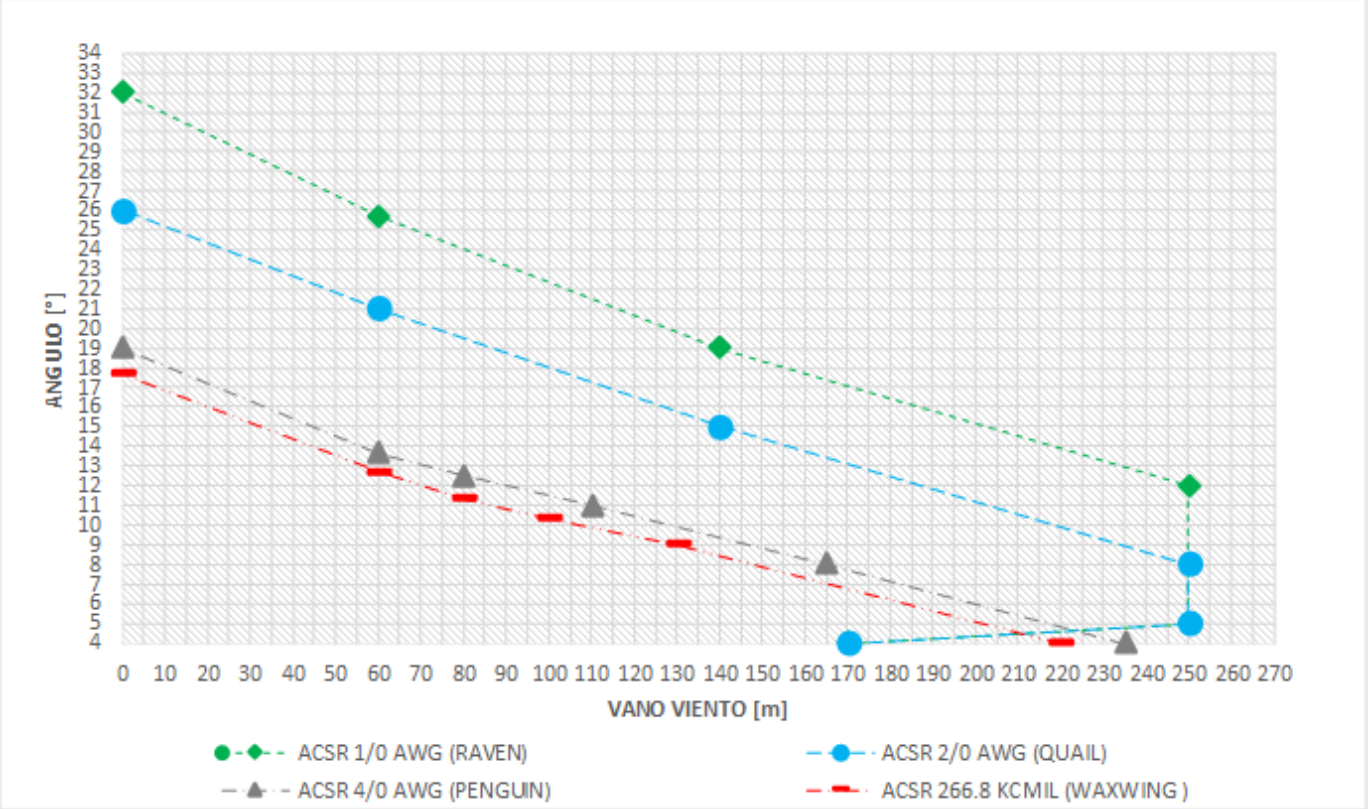
Montaje b: con viento y con bayoneta para soportar el neutro



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 flecha para terreno plano es de 140 m.
6. 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.
7. Las curvas de utilización se limitan de forma tal, que la distancia fase - tierra (170 mm) se respete en cualquier condición, en especial para condición de temperatura máxima, considerada como la condición de mayor elongación del cable. La estructura angular se podrá utilizar a partir de deflexiones en la línea iguales a 4 grados o superiores.
8. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es de 204 m, este valor aplica para el rango de conductores de fase evaluados.

Montaje c: sin viento y sin bayoneta

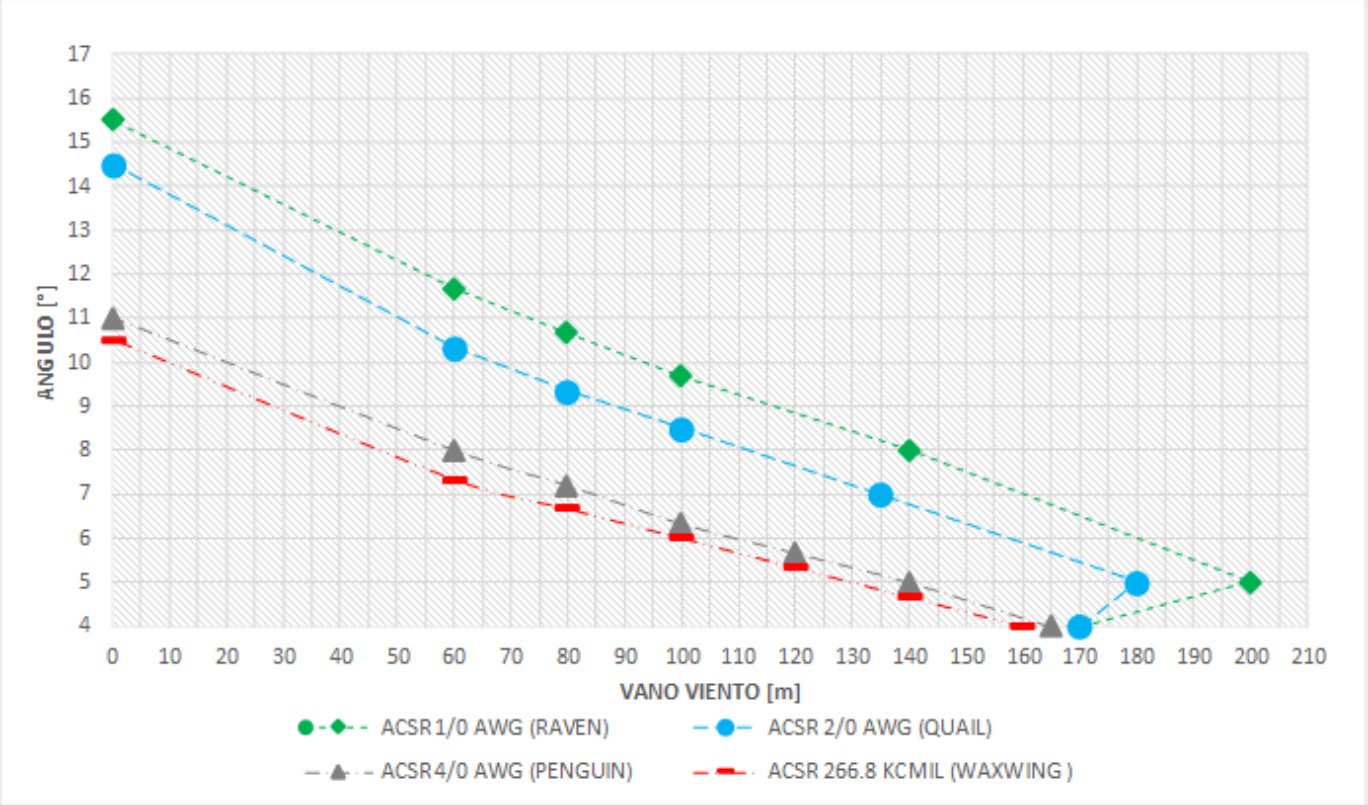


Notas:

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 flecha para terreno plano es de 140 m.
6. 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.
7. Las curvas de utilización se limitan de forma tal, que la distancia fase - tierra (170 mm) se respete en cualquier condición, en especial para condición de temperatura máxima, considerada como la condición de mayor elongación del cable. La estructura angular se podrá utilizar a partir de deflexiones en la línea iguales a 4 grados o superiores.
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]
204	204	282	264

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

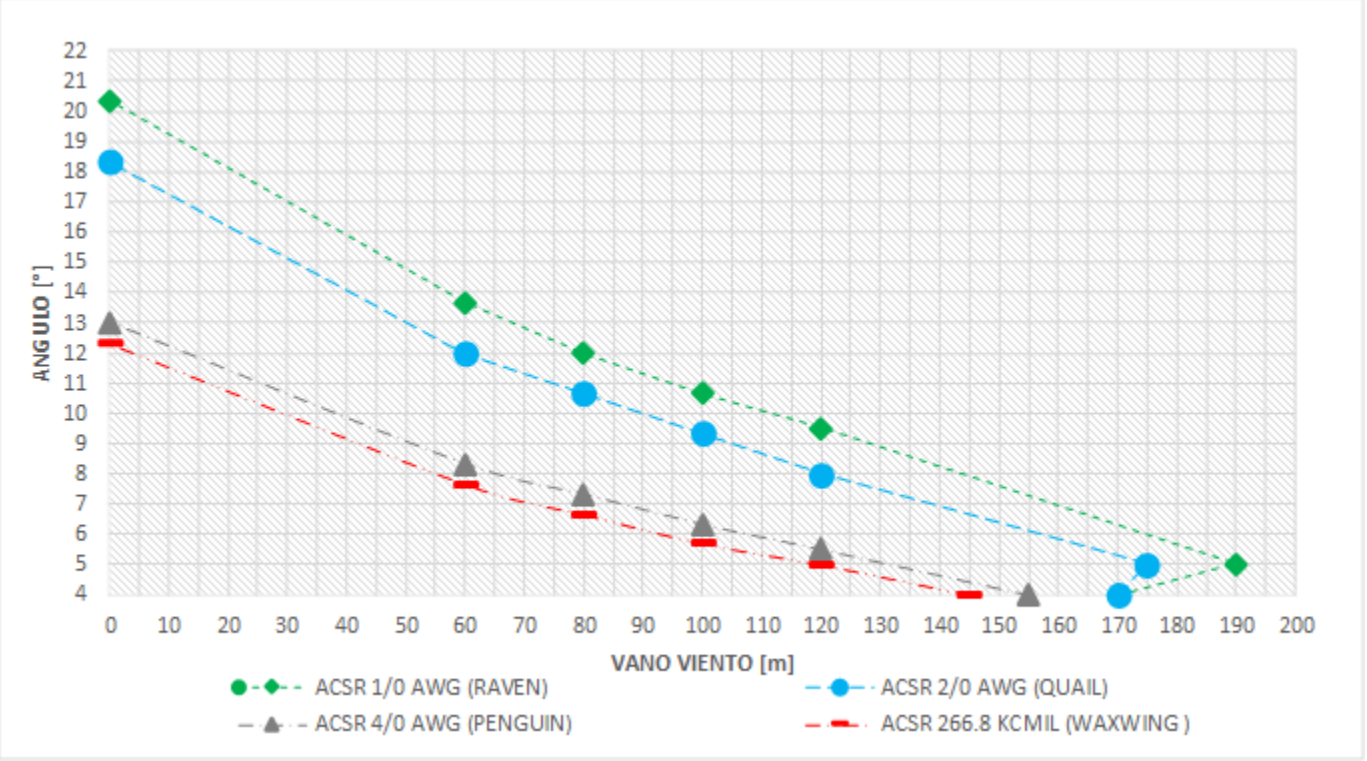


Notas:

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 flecha para terreno plano es de 140 m.
6. 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.
7. Las curvas de utilización se limitan de forma tal, que la distancia fase - tierra (170 mm) se respete en cualquier condición, en especial para condición de temperatura máxima, considerada como la condición de mayor elongación del cable. La estructura angular se podrá utilizar a partir de deflexiones en la línea iguales a 4 grados o superiores.
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]
204	204	198	192

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 flecha para terreno plano es de 140 m.
6. 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.
7. Las curvas de utilización se limitan de forma tal, que la distancia fase - tierra (170 mm) se respete en cualquier condición, en especial para condición de temperatura máxima, considerada como la condición de mayor elongación del cable. La estructura angular se podrá utilizar a partir de deflexiones en la línea iguales a 4 grados o superiores.
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]
204	204	186	174

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 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 29.13 tipo DS-28 tipo clevis lengüeta.
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 4. Curvas de utilización por conductor montaje a: con 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]
5.0	250.0	5.0	250.0	5.0	250.0	5.0	250.0
50.0	250.0	40.0	250.0	28.0	250.0	24.0	250.0
60.0	165.0	54.3	120.0	36.3	120.0	32.7	120.0
60.0	0.0	59.3	80.0	37.7	100.0	34.0	100.0
0.0	0.0	60.0	60.0	39.3	80.0	35.7	80.0
0.0	0.0	60.0	0.0	41.0	60.0	37.7	60.0

Tabla 5. Curvas de utilización por conductor montaje b: con 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]
4.0	170.0	4.0	170.0	4.0	170.0	4.0	170.0
12.0	250.0	11.5	250.0	10.5	250.0	10.0	250.0
16.0	135.0	15.7	135.0	14.7	135.0	14.3	135.0
18.0	80.0	17.7	80.0	17.0	80.0	16.5	80.0
19.0	60.0	18.7	60.0	18.0	60.0	17.5	60.0
21.5	0.0	21.0	0.0	20.5	0.0	20.0	0.0

Tabla 6. Curvas de utilización por conductor montaje b: con viento y con bayoneta 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]
4.0	170.0	4.0	170.0	4.0	170.0	4.0	170.0
5.0	250.0	5.0	250.0	5.0	250.0	5.0	250.0
11.5	250.0	11.0	250.0	7.3	250.0	7.0	250.0
19.3	140.0	18.7	140.0	14.8	140.0	14.5	140.0
22.0	100.0	21.3	100.0	17.0	100.0	16.7	100.0
26.3	60.0	25.7	60.0	20.3	60.0	20.0	60.0

Tabla 7. 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]
4.0	170.0	4.0	170.0	4.0	235.0	4.0	220.0
5.0	250.0	5.0	250.0	8.0	165.0	9.0	130.0
12.0	250.0	8.0	250.0	11.0	110.0	10.3	100.0
19.0	140.0	15.0	140.0	12.5	80.0	11.3	80.0
25.7	60.0	21.0	60.0	13.7	60.0	12.7	60.0
32.0	0.0	26.0	0.0	19.0	0.0	17.7	0.0

Tabla 8. 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]
4.0	170.0	4.0	170.0	4.0	165.0	4.0	160.0
5.0	200.0	5.0	180.0	5.0	140.0	4.7	140.0
8.0	140.0	7.0	135.0	5.7	120.0	5.3	120.0
9.7	100.0	8.5	100.0	6.3	100.0	6.0	100.0
10.7	80.0	9.3	80.0	7.2	80.0	6.7	80.0
11.7	60.0	10.3	60.0	8.0	60.0	7.3	60.0

Tabla 9. 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]
4.0	170.0	4.0	170.0	4.0	155.0	4.0	145.0
5.0	190.0	5.0	175.0	5.5	120.0	5.0	120.0
9.5	120.0	8.0	120.0	6.3	100.0	5.7	100.0
10.7	100.0	9.3	100.0	7.3	80.0	6.7	80.0
12.0	80.0	10.7	80.0	8.3	60.0	7.7	60.0
13.7	60.0	12.0	60.0	13.0	0.0	12.3	0.0