

NC - RA1 - 401. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN

| | | | |
|--------------------------|---|---|--|
| 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 - RA1 - 401 | REV 2 |
|  | NC - RA1 - 401. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | UNIDAD DE MEDIDA: mm | | PÁGINA: 1 de 10 |

1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en vertical denominada NC-RA1-401 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 44kV, 34.5kV y 33kV, 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 concreto 14m 750kgf 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 (16m y 18m) conservando como mínimo la capacidad mecánica definida.

En redes con tensión igual a 33 kV o 34.5 kV:

- Se utiliza aislador poste porcelana 48kV 15" ANSI C29.7 clase 57-3.
- Para zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera y, zonas de alta densidad de descargas atmosféricas se debe utilizar aislador poste polimérico 48kV 18.1" ANSI C29.18 clase 51-4F, distancia de fuga 850mm, distancia de arco 311.15 mm y CFO 250kV.

| | | | | | |
|---|---|---|----------------|-------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 401 | REV 2 | | |
|  | NC - RA1 - 401. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN | | | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 2 de 10 |

En redes con tensión igual a 44 kV:

- Se utiliza aislador poste polimérico 46 kV 25.9" ANSI C29.18, clase 51-16 grapa vertical.
- Para zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera y, zonas de alta densidad de descargas atmosféricas se debe utilizar aislador poste polimérico 46 kV 25.9" ANSI C29.18, clase 51-16 grapa vertical, distancia de fuga 1295.4 mm, distancia de arco 488.9 mm y CFO 300 kV.

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 44kV, 34.5kV y 33kV.

| ACSR | AAAC |
|-----------------------|------------------------|
| 2/0 AWG (Quail) | 155.4 kcmil (Anaheim) |
| 4/0 AWG (Penguin) | 246.9 kcmil (Alliance) |
| 266.8 kcmil (Waxwing) | 312.8 kcmil (Butte) |
| 336.4 kcmil (Linnet) | 394.5 kcmil (Canton) |

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 estructura 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 - RA1 - 401 | REV 2 |
|  | NC - RA1 - 401. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 3 de 10 |

4 MODELO

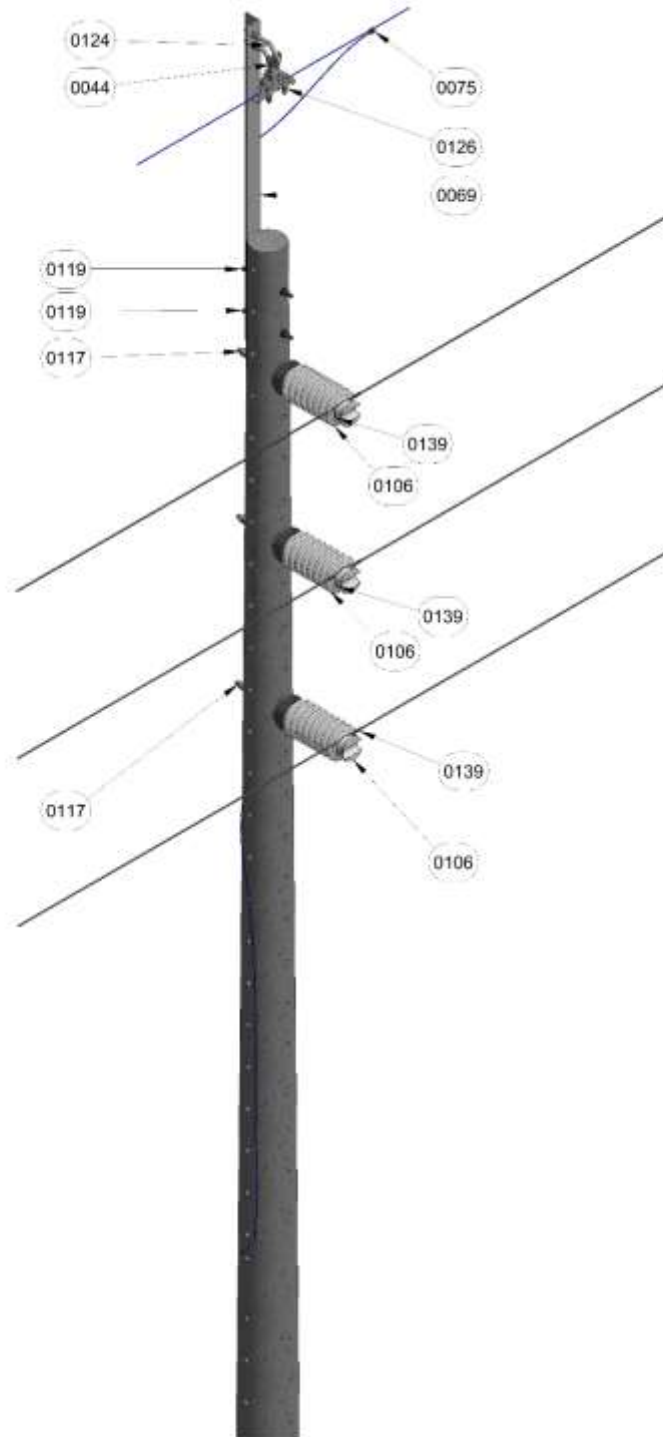


Figura 1. Vista isometrica.

| | | | |
|---|--|---|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 401 | REV 2 |
|  | NC - RA1 - 401. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 4 de 10 |

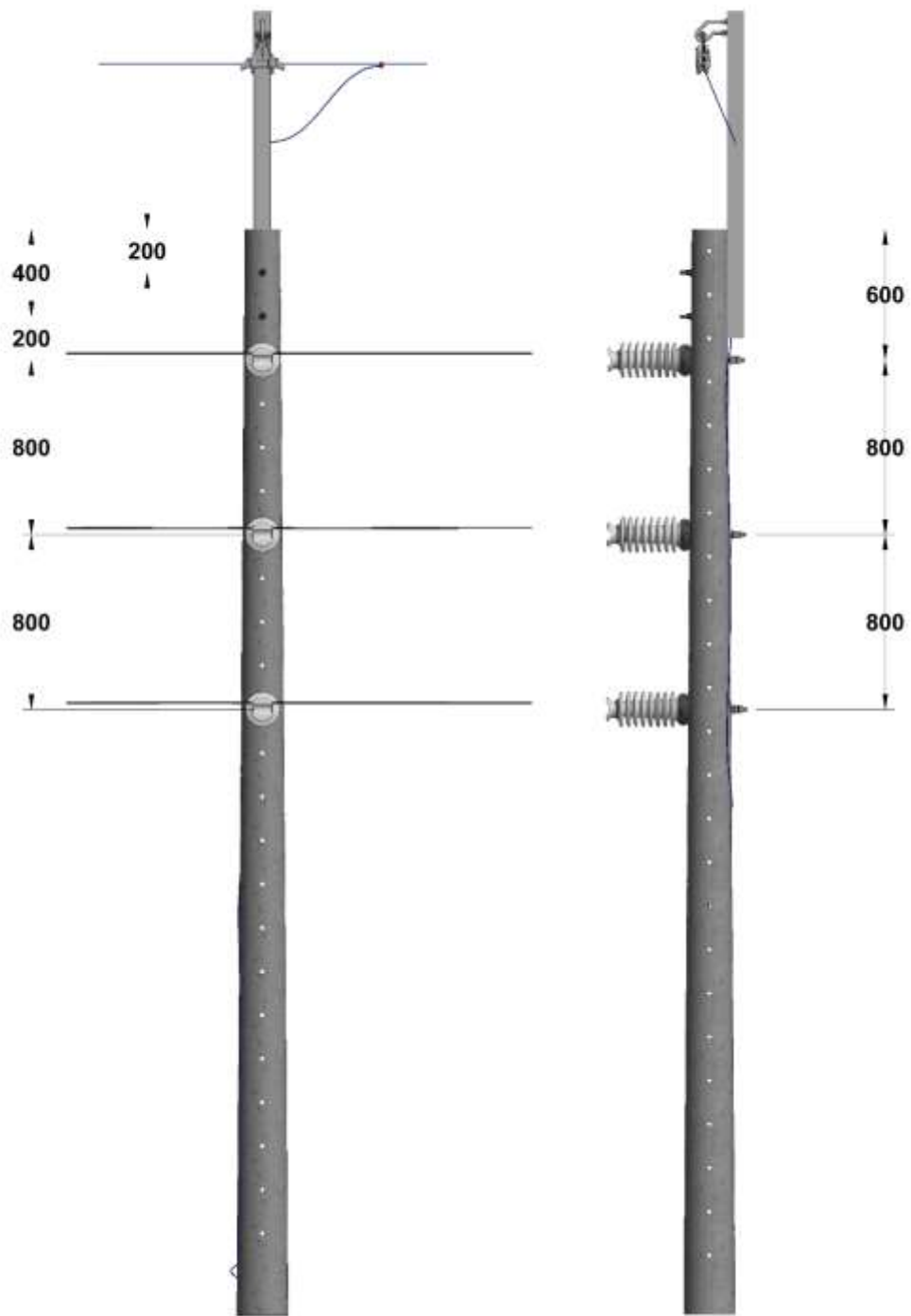


Figura 2. Vista frontal.

| | | | |
|--|--|----------------|-------------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 401 | REV 2 |
| Grupo·epm® | NC - RA1 - 401. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm |
| | | | PÁGINA: 5 de 10 |

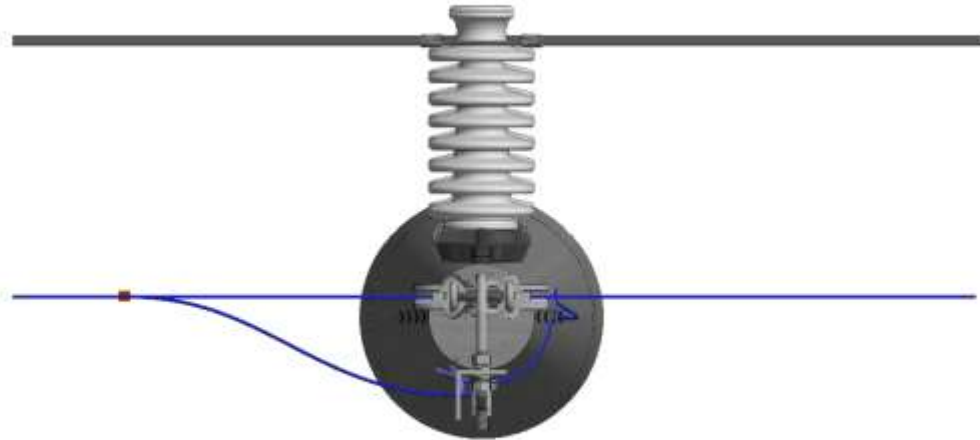


Figura 3. Vista en planta.

5 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 2. Listado de materiales estructura NC-RA1-401

| CÓDIGO IDENTIFIC. | DESCRIPCIÓN TÉCNICA | REFERENCIA | CÓDIGO JDE | CANTIDAD POR MONTAJE | | | |
|--------------------------------------|---|---------------|------------|----------------------|---|---|---|
| | | | | a | b | c | d |
| 0019 ⁽¹⁾ (ver tabla 3) | Poste concreto 14m 750kgf monolítico | ET-TD-ME04-01 | 200022 | | | 1 | 1 |
| 0044 | Eslabón en u 5/8" forjado galvanizado | ET-TD-ME03-11 | 211318 | | | | 1 |
| 0069(ver tabla 3) | Bayoneta metálica sencilla 1500 mm X3"X3" 1/4" | ET-TD-ME03-03 | 211296 | | | | 1 |
| 0106 (ver tabla 3) | Aislador poste porcelana 48kv 15" ANSI C29.7 clase 57-3 | ET-TD-ME02-01 | 200153 | | | 3 | 3 |
| 0117 | Espigo (perno) largo por aislador tipo poste 250x21 mm rosca 3/4" cruceta fibra de vidrio y poste | ET-TD-ME03-20 | 213698 | | | 3 | 3 |
| 0119 | Esparrago 5/8" x 12" | ET-TD-ME03-19 | 211392 | | | | 2 |
| 0124 | Ojal de suspensión de 5/8" péndola | ET-TD-ME03-36 | 253930 | | | | 1 |
| 0126 | Grapa de suspensión Grapa de suspensión Al 4 AWG -2/0 AWG | ET-TD-ME03-22 | 213343 | | | | 1 |
| 0139 ⁽²⁾ | Alambre de amarre de aluminio 4 AWG desnudo | ET-TD-ME01-15 | 213943 | | | 6 | 6 |

Notas:

- (1) Consultar en la tabla de materiales opcionales o en su defecto, en 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

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
 d → Montaje sin viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda/neutro

| | | | |
|---|-------------------------|--|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 401 | REV 2 |
|  | | NC - RA1 - 401. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | UNIDAD DE MEDIDA: mm | | PÁGINA: 6 de 10 |

En esta norma también se permite el uso de los materiales mostrados en la Tabla 3 como opcionales.

Tabla 3. Materiales opcionales

| OPCIÓN | DESCRIPCIÓN TÉCNICA | REFERENCIA | CÓDIGO JDE |
|--------|--|---------------|------------|
| 0106 | Aislador poste polimérico 48kV 18.1" ANSI C29.18 clase 51-4F | ET-TD-ME02-04 | 200166 |
| 0106 | Aislador poste polimérico 46kV 25.9" ANSI C29.18 clase 51-16 grapa vertical. | ET-TD-ME02-04 | 266301 |
| 0019 | Poste fibra de vidrio 14m 750kgf monolítico | ET-TD-ME04-02 | 200064 |
| 0019 | Poste fibra de vidrio 14m 750kgf seccionado | ET-TD-ME04-02 | 200065 |
| 0019 | Poste metálico 14 m 750kgf seccionado | ET-TD-ME04-03 | 200083 |
| 0019 | Poste concreto 16 m 750 kgf monolítico | ET-TD-ME04-01 | 200029 |
| 0019 | Poste fibra de vidrio 16 m 750 kgf seccionado | ET-TD-ME04-02 | 214752 |
| 0019 | Poste metálico 16 m 750 kgf seccionado | ET-TD-ME04-03 | 215649 |

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 sus anexos*, se hace para las siguientes condiciones limitantes:

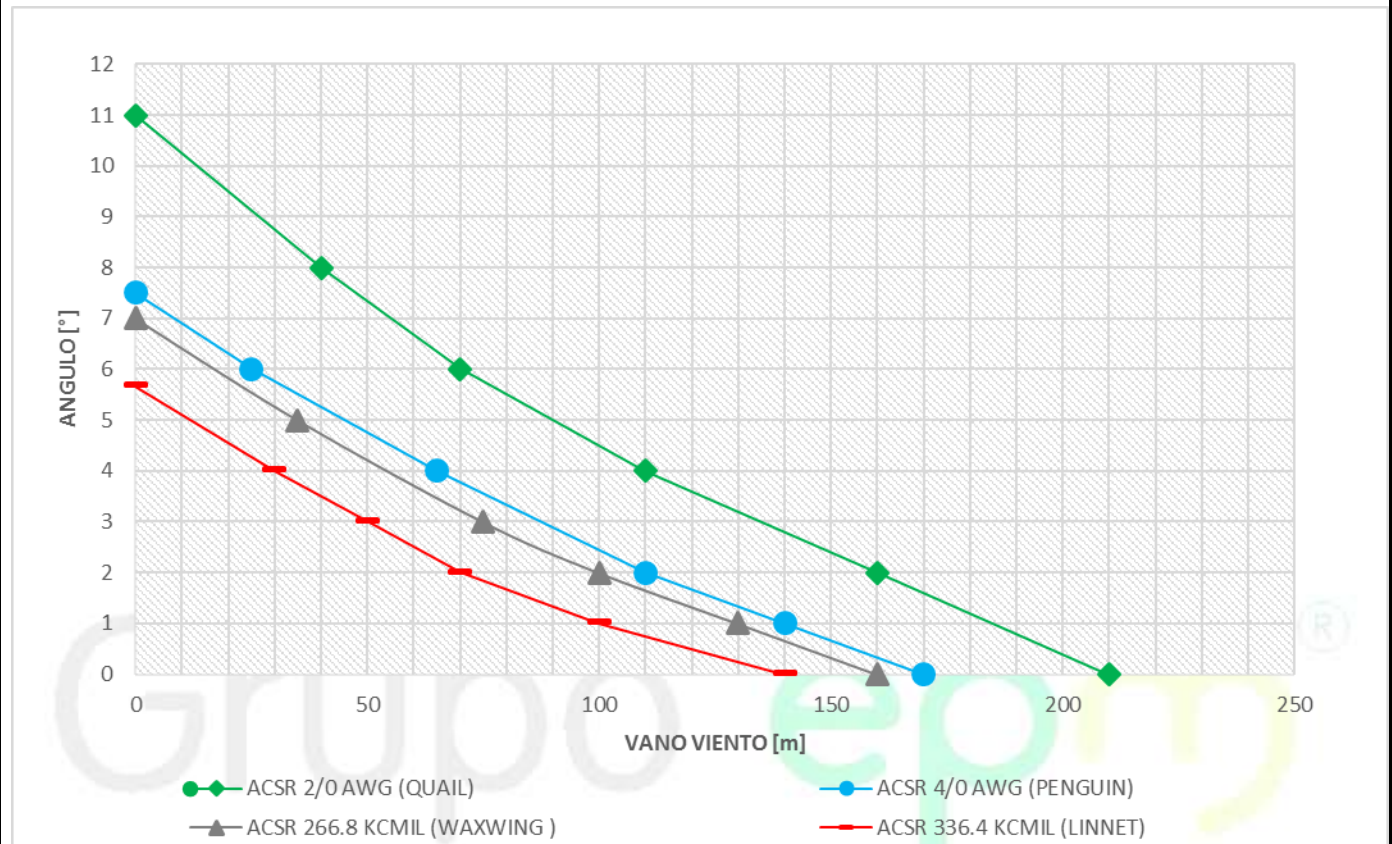
- Hipótesis A. Máxima velocidad del viento (temperatura mínima y viento máximo).
- Hipótesis B. Mínima temperatura (temperatura mínima y sin viento).
- Hipótesis C. Operación Diaria (Tensión diaria promedio, EDS).
- Hipótesis D. Máxima flecha (Temperatura máxima, sin viento).

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*.

| | | | |
|---|---|---|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 401 | REV 2 |
|  | NC - RA1 - 401. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | UNIDAD DE MEDIDA: mm | | PÁGINA: 7 de 10 |

7 CURVAS DE UTILIZACIÓN

Montaje c: sin viento y sin bayoneta



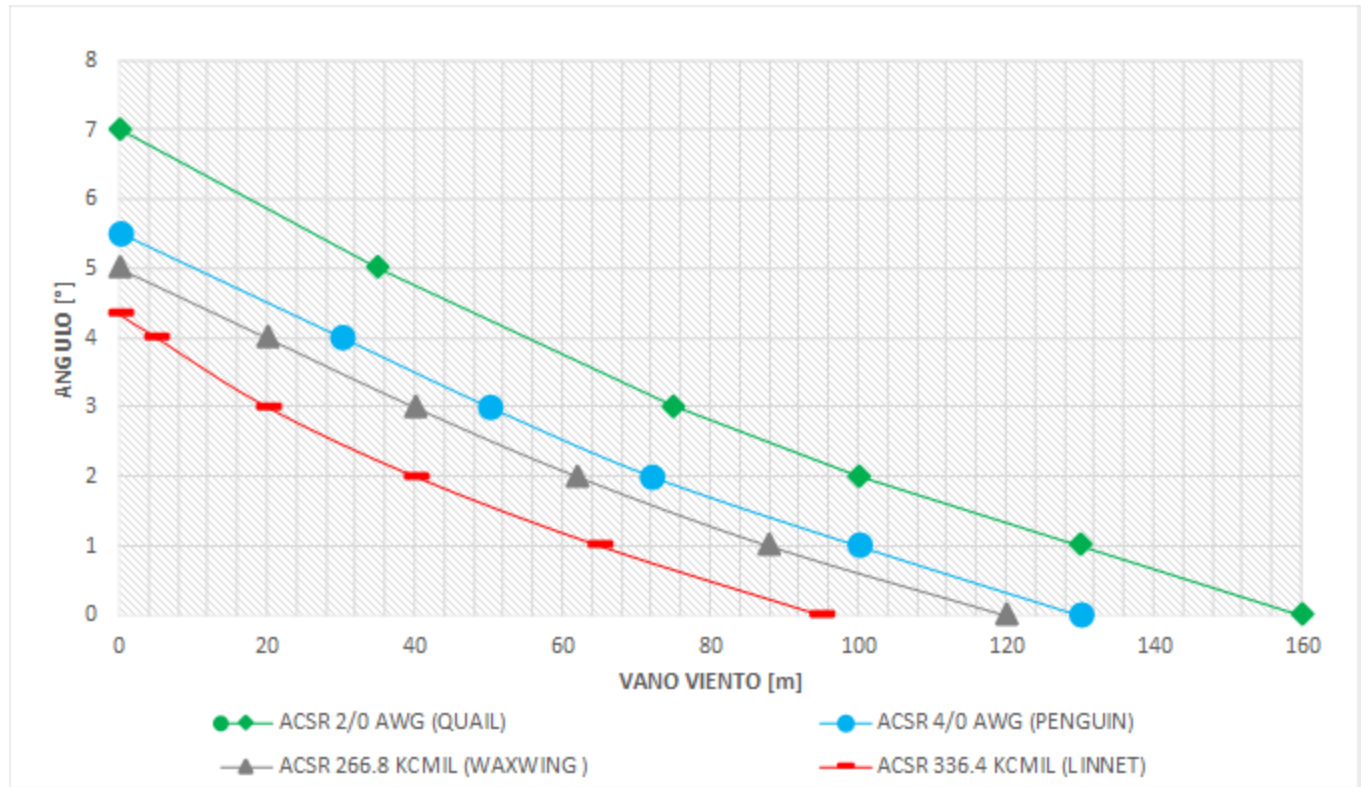
Notas:

1. La curva de utilización se construyó con base a los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. La curva de utilización indica el valor de vano viento en función del ángulo. El uso óptimo de la estructura se encuentra en los puntos debajo de la curva del conductor utilizado.
4. El vano viento corresponde al promedio de la longitud de los vanos adyacentes a la estructura (vano adelante y vano atrás).
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha del conductor es 160 m.
6. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización de la estructura se podrán realizar cambios en los elementos de esta norma, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
7. El vano peso de la estructura para clima cálido y viento máximo de 100 km/h es:

| CABLE 2/0 AWG | CABLE 4/0 AWG | CABLE 266,8 KCMIL | CABLE 336.4 KCMIL |
|---------------|---------------|-------------------|-------------------|
| 252 | 204 | 192 | 168 |

| | | | |
|--|----------------|--|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 401 | REV 2 |
| | | NC - RA1 - 401. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A | | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 8 de 10 |

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



Notas:

1. La curva de utilización se construyó con base a los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. La curva de utilización indica el valor de vano viento en función del ángulo. El uso óptimo de la estructura se encuentra en los puntos debajo de la curva del conductor utilizado.
4. El vano viento corresponde al promedio de la longitud de los vanos adyacentes a la estructura (vano adelante y vano atrás).
5. El vano máximo admisible en la estructura limitado por flecha del conductor es 160 m.
6. Cuando se requiera mejorar la curva de utilización de la estructura se podrán realizar cambios en los elementos de esta norma, tales como aumentar la capacidad de carga de rotura de los postes. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos según la particularidad del caso.
7. El vano peso de la estructura para clima cálido y viento máximo de 100 km/h es:

| CABLE 2/0 AWG | CABLE 4/0 AWG | CABLE 266,8 KCMIL | CABLE 336.4 KCMIL |
|---------------|---------------|-------------------|-------------------|
| 192 | 156 | 144 | 114 |

| | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 401 | REV 2 |
| | NC - RA1 - 401. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A | | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 9 de 10 |

8 NOTAS GENERALES

1. Todas las dimensiones, en las figuras, están dadas en milímetros.
2. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV) y muy fuerte (V) o costera se debe utilizar conductores AAAC.
3. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV) y 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) y 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 puede 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 c.

| 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 | 210.0 | 0.0 | 170.0 | 0.0 | 160.0 | 0.0 | 140.0 |
| 2.0 | 160.0 | 1.0 | 140.0 | 1.0 | 130.0 | 1.0 | 100.0 |
| 4.0 | 110.0 | 2.0 | 110.0 | 2.0 | 100.0 | 2.0 | 70.0 |
| 6.0 | 70.0 | 4.0 | 65.0 | 3.0 | 75.0 | 3.0 | 50.0 |
| 8.0 | 40.0 | 6.0 | 25.0 | 5.0 | 35.0 | 4.0 | 30.0 |
| 11.0 | 0.0 | 7.5 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 5.7 | 0.0 |

Tabla 5. Curvas de utilización por conductor montaje d.

| 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 | 160.0 | 0.0 | 130.0 | 0.0 | 120.0 | 0.0 | 95.0 |
| 1.0 | 130.0 | 1.0 | 100.0 | 1.0 | 88.0 | 1.0 | 65.0 |
| 2.0 | 100.0 | 2.0 | 72.0 | 2.0 | 62.0 | 2.0 | 40.0 |
| 3.0 | 75.0 | 3.0 | 50.0 | 3.0 | 40.0 | 3.0 | 20.0 |
| 5.0 | 35.0 | 4.0 | 30.0 | 4.0 | 20.0 | 4.0 | 5.0 |
| 7.0 | 0.0 | 5.5 | 0.0 | 5.0 | 0.0 | 4.3 | 0.0 |

| | | | |
|---|---|---|---------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 401 | REV 2 |
|  | NC - RA1 - 401. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | UNIDAD DE MEDIDA: mm | | PÁGINA: 10 de 10 |