

NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO

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

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 402 | REV 0 |
|  | | NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A UNIDAD DE MEDIDA: mm PÁGINA: 1 de 14 |

1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en vertical denominada NC-RA1-402 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 los mismos, 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 de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 3 aisladores).
- Para zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 4 aisladores) o aislador polimérico tipo suspensión 48 kV ANSI C29.13 clase DS-46, clevis distancia de fuga 900mm.

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 402 | REV 0 | | |
|  | NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO | | | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 2 de 14 |

- Para zonas de alta densidad de descargas atmosféricas utilizar aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 3 aisladores) CFO 315kV o aislador polimérico tipo suspensión 38 kV ANSI C29.13 clase DS-35 CFO 250kV

En redes con tensión igual a 44 kV:

- Se utiliza aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 3 aisladores).
- Para zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se debe utilizar aislador de suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 clase 52-4 clevis-lengüeta (cadena de 4 aisladores) o aislador polimérico tipo suspensión 72.5 kV ANSI C29.13 clase DS-69 clevis – lengüeta distancia de fuga 1190mm.
- Para zonas de alta densidad de descargas atmosféricas utilizar aislador polimérico tipo suspensión 48 kV ANSI C29.13 clase DS-46 clevis CFO 290kV.

Se pueden emplear aisladores fabricados en vidrio de las mismas clases y características definidas.

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 los montajes con bayoneta se utilizará cable de acero recubierto de aluminio 7x8 AWG como cable de guarda. Como cable neutro se utiliza 2/0 ACSR (GA o AW).

La norma técnica RA8-022 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"

| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 402 | REV 0 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO | | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm |
| | | | PÁGINA: 3 de 14 |

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*.

Grupo 

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 402 | REV 0 | | |
|  | NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO | | | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 4 de 14 |

4 MODELO

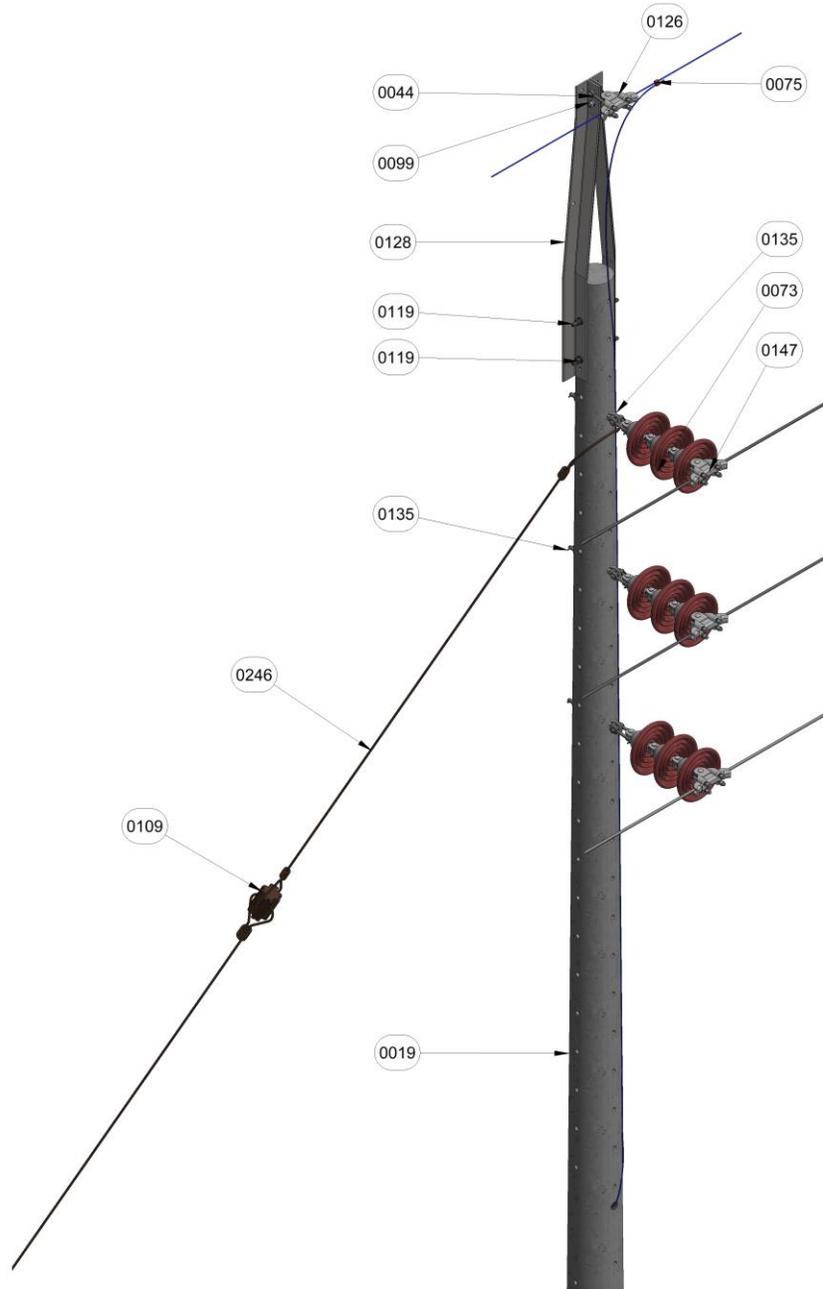


Figura 1. Vista isometrica.

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 402 | REV 0 |
|  | | NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 5 de 14 |

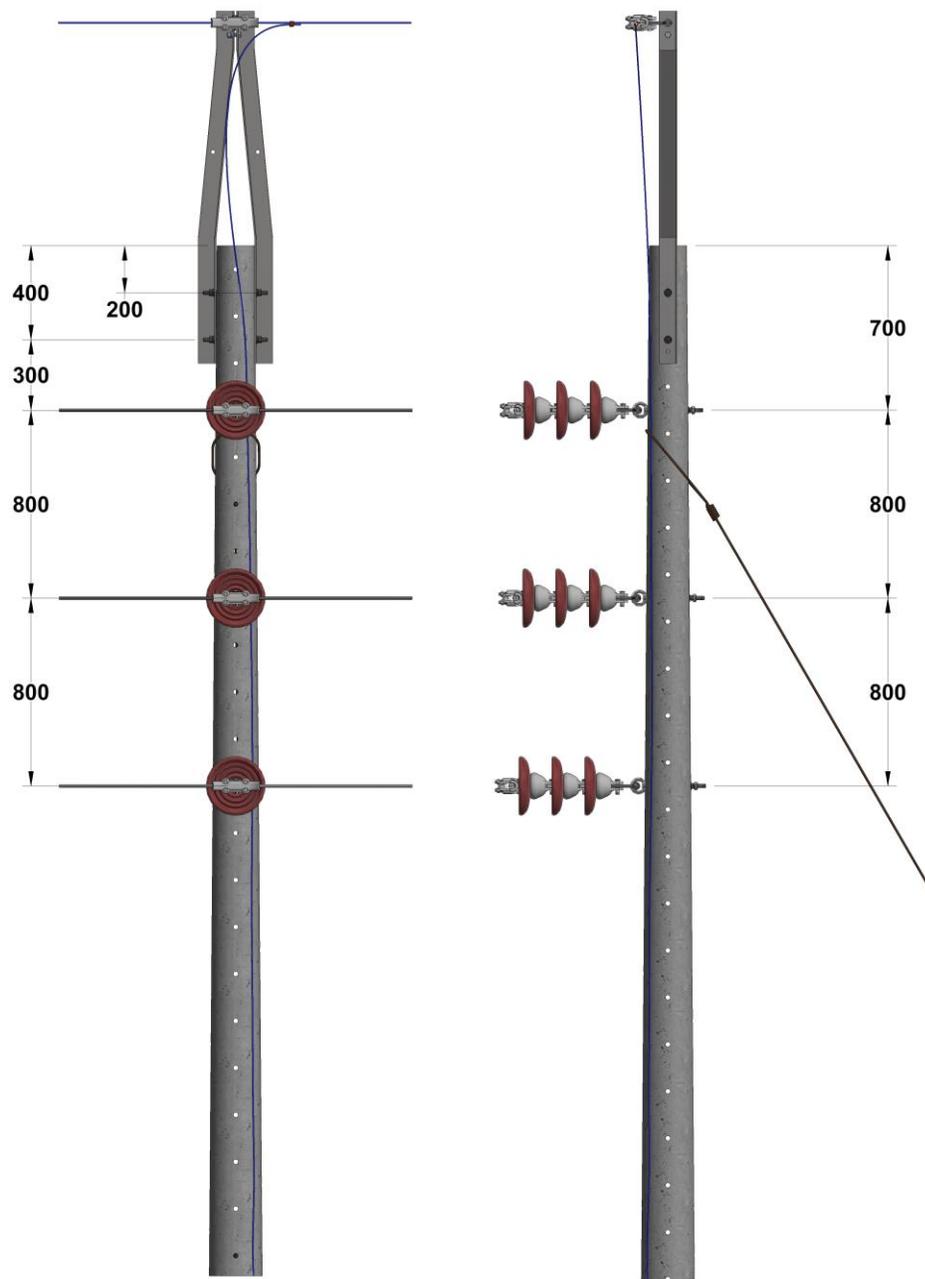


Figura 2. Vista frontal.

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 402 | REV 0 |
|  | | NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| UNIDAD DE MEDIDA: mm | | PÁGINA: 6 de 14 | |

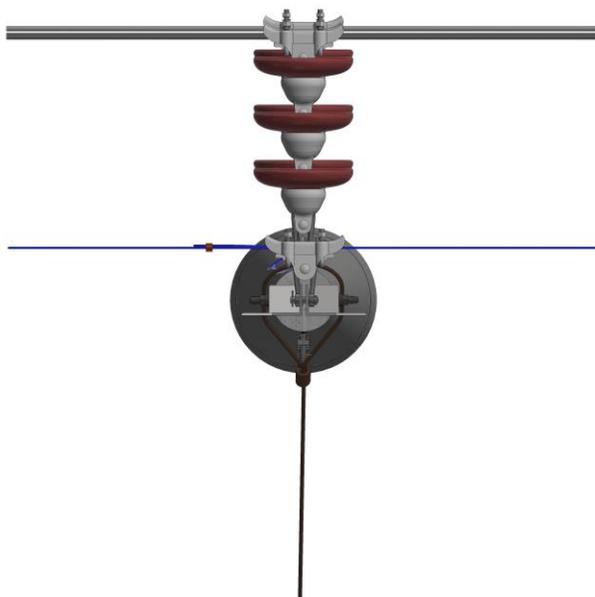


Figura 3. Vista en planta.

5 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 2. Listado de materiales estructura NC-RA1-402

| 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 | | |
| 0021 | Poste de concreto de 14m y 1350kgf monolítico | ET-TD-ME04-01 | 200024 | | | 1 | 1 |
| 0044 | Eslabón en u 5/8" forjado galvanizado | ET-TD-ME03-11 | 211318 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 0073 (ver tabla 3) | Aislador suspensión porcelana 48 kV 10 3/4" ANSI C29.2 CLASE 52-4 clevis-lengüeta | ET-TD-ME02-01 | 200147 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 0099 | Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8" X 1 1/2" | ET-TD-ME03-17 | 211438 | | 1 | | 1 |
| 0119 | Esparrago 5/8" x 12" | ET-TD-ME03-19 | 211392 | 3 | 5 | 3 | 5 |
| 0126 | Grapa de suspensión Al 4 AWG -2/0 AWG | ET-TD-ME03-22 | 213343 | | 1 | | 1 |
| 0128 | Bayoneta metálica doble 1500mm x 3" x 3 x 1/4" | ET-TD-ME03-03 | 211300 | | 1 | | 1 |
| 0113 | Tuerca de ojo alargada 5/8" | ET-TD-ME03-09 | 211356 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 0147 (ver tabla 3) | Grapa de suspensión aluminio 4/0 AWG a 336.4 KCMIL | ET-TD-ME03-22 | 217326 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 0246 ⁽²⁾ | Viento convencional a suelo cable de acero extra resistente diámetro 3/8" | RA6-001 | - | 1 | 1 | | |

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) Los componentes y cantidades asociadas a la instalación de los vientos se detallan en la norma RA6-001: Instalación de vientos

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 402 | REV 0 |
|  | | NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 7 de 14 |

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/guarda

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 |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| 0147 | Grapa de suspensión aluminio 4 AWG a 2/0 AWG | ET-TD-ME03-22 | 213343 |
| 0147 | Grapa de suspensión aluminio 2/0 AWG a 4/0 AWG | ET-TD-ME03-22 | 217325 |
| 0073 | Aislador suspensión polimérico 48kV ANSI C29.13 clase DS-46 clevis-lengüeta | ET-TD-ME02-04 | 200141 |
| 0073 | Aislador suspensión polimérico 38kV ANSI C29.13 clase DS-35 clevis-lengüeta | ET-TD-ME02-04 | 200140 |
| 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 - 402 | REV 0 |
|  | | NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 8 de 14 |

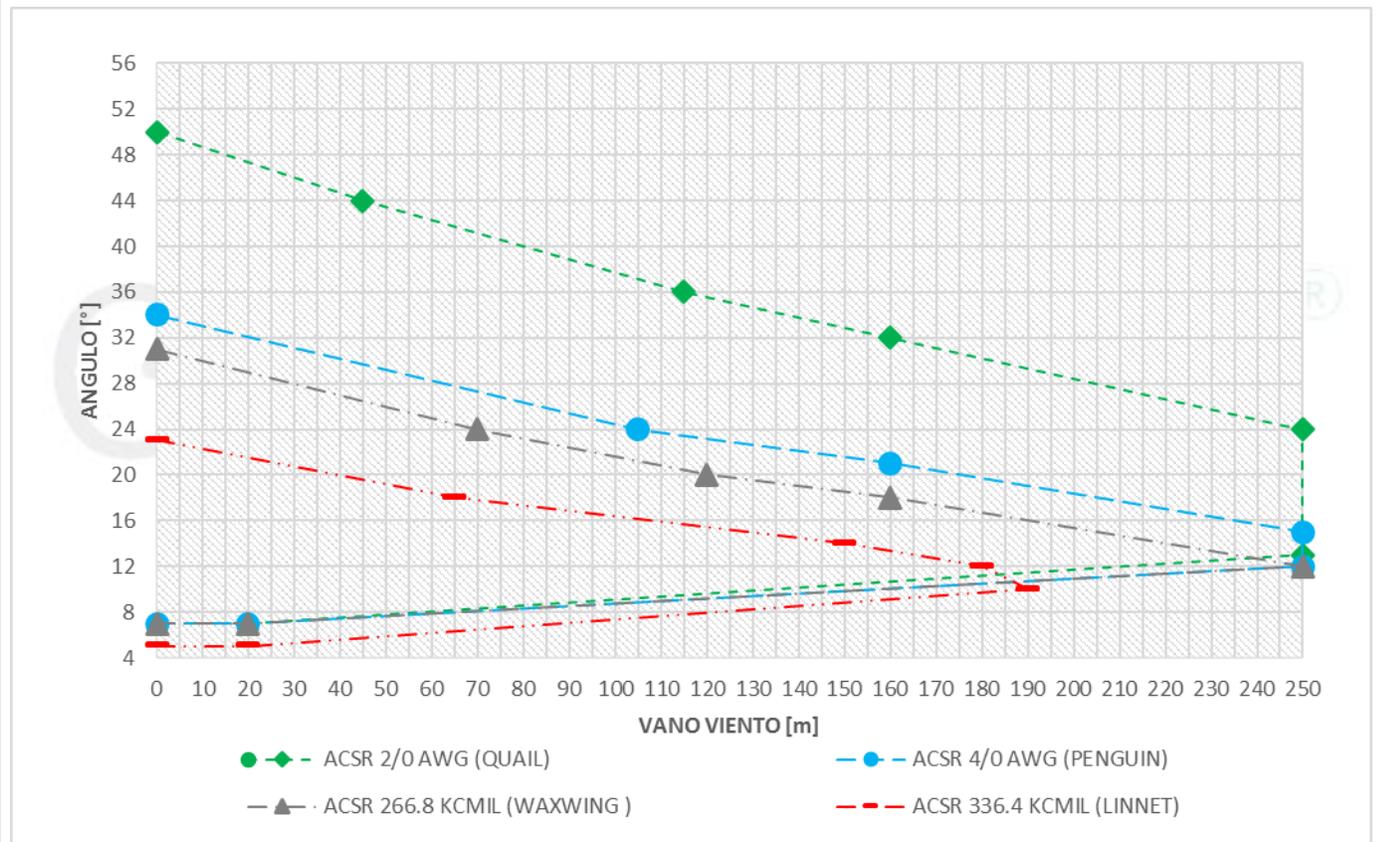
7 CURVAS DE UTILIZACIÓN

Las curvas de utilización se limitan de forma tal, que la distancia fase - tierra (380 mm) se respete en cualquier condición, en especial para condición de temperatura máxima, considerada como la condición de mayor elongación del cable.

Esta estructura debe usarse para los puntos de diseño dentro de la curva del conductor correspondiente (esta curva en particular presenta límites superior e inferior).

La estructura angular se puede utilizar a partir de deflexiones en la línea iguales a 5 grados o superiores, dependiendo del calibre del conductor como se muestra en las siguientes curvas.

Montaje a: con viento y sin bayoneta



Notas:

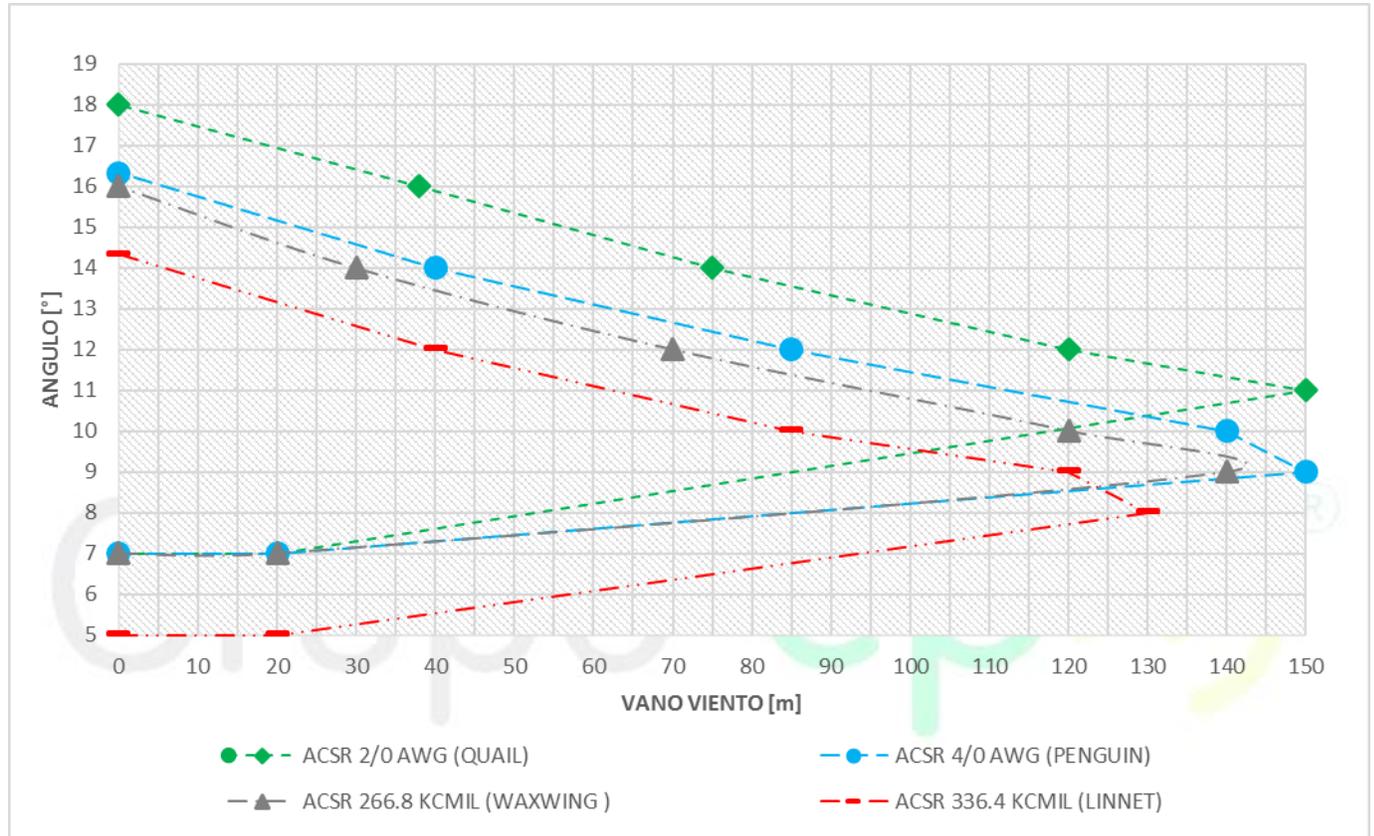
1. La curva de utilización se construyó con base a los parámetros meteorológicos más desfavorable del territorio de alcance del Grupo EPM, clima cálido.
2. La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
3. La curva de utilización indica el valor de vano viento 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 para terreno plano es de 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, 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.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 402 | REV 0 |
| | | NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A | | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 9 de 14 |

7. El vano peso de la estructura para las condiciones climáticas evaluadas es:

| CABLE 2/0 AWG | CABLE 4/0 AWG | CABLE 266,8 KCMIL | CABLE 336.4 KCMIL |
|---------------|---------------|-------------------|-------------------|
| 300 m | 300 m | 300 m | 228 m |

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

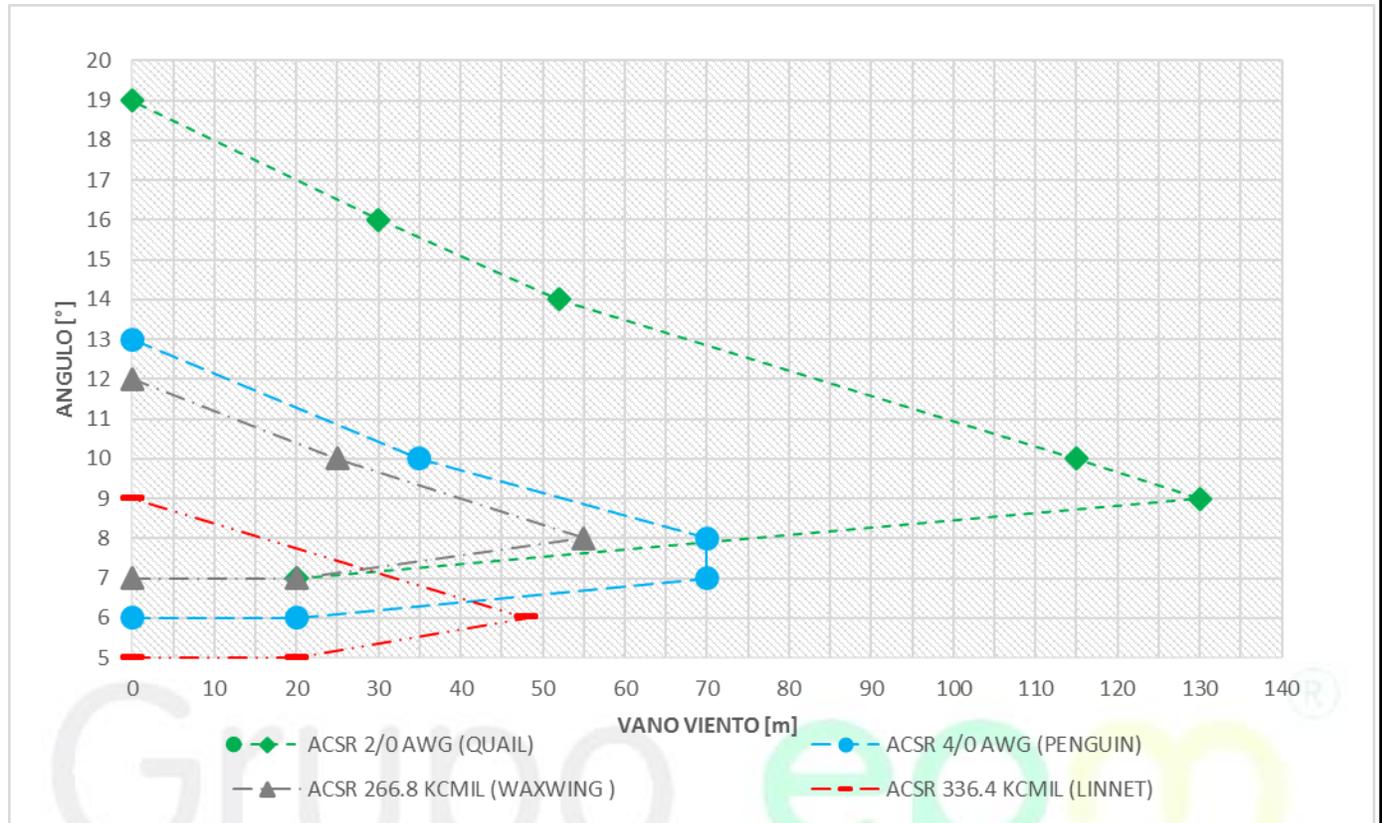


Notas:

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 para terreno plano es de 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, vientos con cable de mayor calibre, viento en la bayoneta, entre otros. 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 las condiciones climáticas evaluadas es:

| CABLE 2/0 AWG | CABLE 4/0 AWG | CABLE 266,8 KCMIL | CABLE 336.4 KCMIL |
|---------------|---------------|-------------------|-------------------|
| 180 m | 180 m | 168 m | 156 m |

Montaje c: sin viento y sin bayoneta



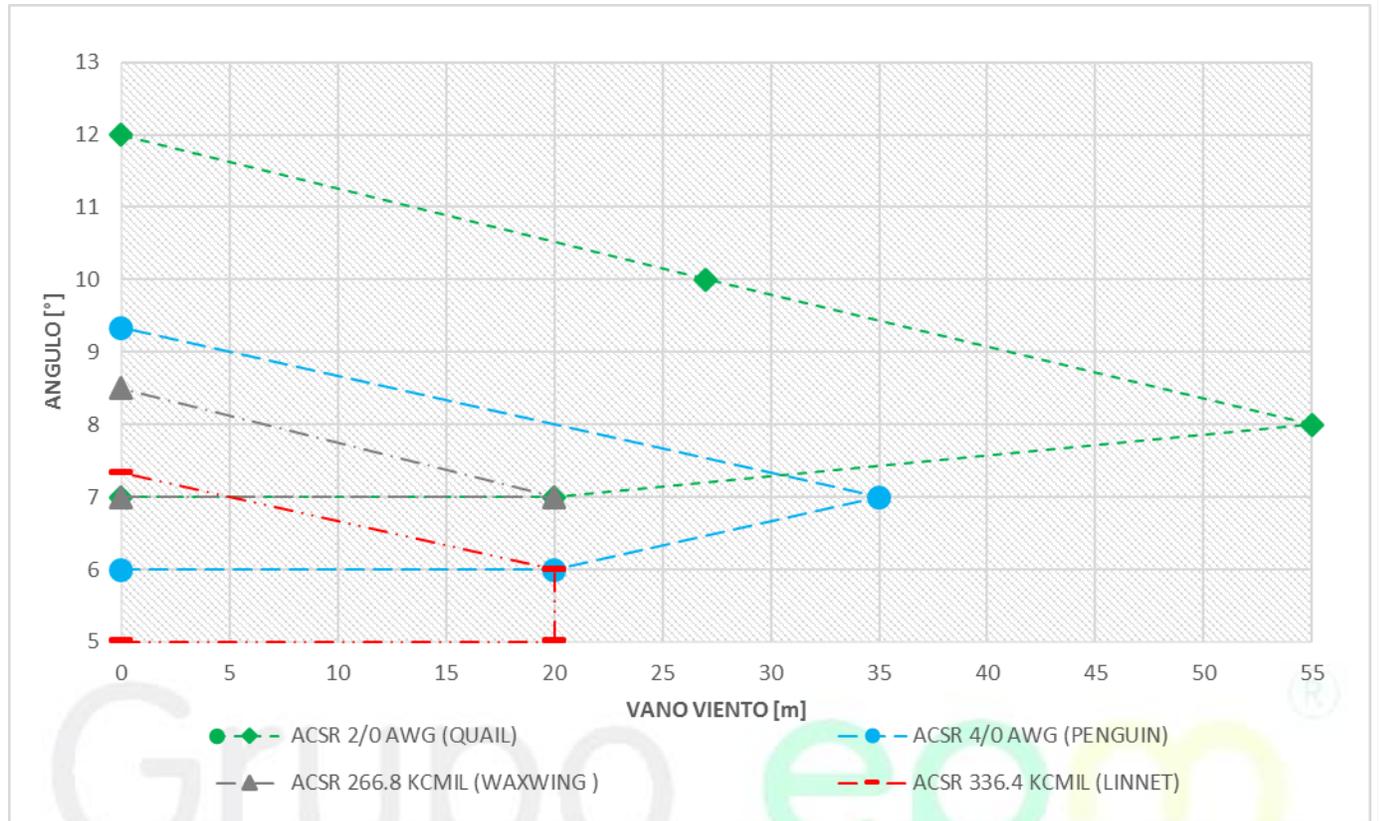
Notas:

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 las condiciones climáticas evaluadas es:

| CABLE 2/0 AWG | CABLE 4/0 AWG | CABLE 266,8 KCMIL | CABLE 336.4 KCMIL |
|---------------|---------------|-------------------|-------------------|
| 156 m | 84 m | 66 m | 58 m |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 402 | REV 0 |
| | | NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A | | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 11 de 14 |

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 las condiciones climáticas evaluadas es:

| CABLE 2/0 AWG | CABLE 4/0 AWG | CABLE 266,8 KCMIL | CABLE 336.4 KCMIL |
|---------------|---------------|-------------------|-------------------|
| 66 m | 42 m | 24 m | 24 m |

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 402 | REV 0 |
|  | | NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 12 de 14 |

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.

Grupo 

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|---------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 402 | REV 0 | | |
|  | NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO | | | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 13 de 14 |

9 ANEXOS

Tabla 4. Curvas de utilización por conductor montaje a.

| ACSR 2/0 AWG (QUAIL) | | ACSR 4/0 AWG (PENGUIN) | | ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING) | | ACSR 336.4 KCMIL (LINNET) | |
|----------------------|-------|------------------------|-------|----------------------------|-------|---------------------------|-------|
| ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV |
| 7.0 | 20.0 | 7.0 | 0 | 7.0 | 0.0 | 5.0 | 0.0 |
| 13.0 | 250.0 | 7.0 | 20 | 7.0 | 20.0 | 5.0 | 20.0 |
| 24.0 | 250.0 | 12.0 | 250 | 12.0 | 250.0 | 10.0 | 190.0 |
| 32.0 | 160.0 | 15.0 | 250.0 | 18.0 | 160.0 | 12.0 | 180.0 |
| 36.0 | 115.0 | 21.0 | 160.0 | 20.0 | 120.0 | 14.0 | 150.0 |
| 44.0 | 45.0 | 24.0 | 105.0 | 24.0 | 70.0 | 18.0 | 65.0 |
| 50.0 | 0.0 | 34.0 | 0.0 | 31.0 | 0.0 | 23.0 | 0.0 |

Tabla 5. Curvas de utilización por conductor montaje b.

| ACSR 2/0 AWG (QUAIL) | | ACSR 4/0 AWG (PENGUIN) | | ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING) | | ACSR 336.4 KCMIL (LINNET) | |
|----------------------|-------|------------------------|-------|----------------------------|-------|---------------------------|-------|
| ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV |
| 7.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 5.0 | 0.0 |
| 7.0 | 20.0 | 7.0 | 20.0 | 7.0 | 20.0 | 5.0 | 20.0 |
| 11.0 | 150.0 | 9.0 | 150.0 | 9.0 | 140.0 | 8.0 | 130.0 |
| 12.0 | 120.0 | 10.0 | 140.0 | 10.0 | 120.0 | 9.0 | 120.0 |
| 14.0 | 75.0 | 12.0 | 85.0 | 12.0 | 70.0 | 10.0 | 85.0 |
| 16.0 | 38.0 | 14.0 | 40.0 | 14.0 | 30.0 | 12.0 | 40.0 |
| 18.0 | 0.0 | 16.3 | 0.0 | 16.0 | 0.0 | 14.3 | 0.0 |

Tabla 6. 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 | ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV |
| 7.0 | 20.0 | 6.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 5.0 | 0.0 |
| 9.0 | 130.0 | 6.0 | 20.0 | 7.0 | 20.0 | 5.0 | 20.0 |
| 10.0 | 115.0 | 7.0 | 70.0 | 8.0 | 55.0 | 6.0 | 48.0 |
| 14.0 | 52.0 | 8.0 | 70.0 | 10.0 | 25.0 | 9.0 | 0.0 |
| 16.0 | 30.0 | 10.0 | 35.0 | 12.0 | 0.0 | | |
| 19.0 | 0.0 | 13.0 | 0.0 | | | | |

Tabla 7. 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 | ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV | ÁNGULO | VV |
| 7.0 | 0.0 | 6.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 5.0 | 0.0 |
| 7.0 | 20.0 | 6.0 | 20.0 | 7.0 | 20.0 | 5.0 | 20.0 |
| 8.0 | 55.0 | 7.0 | 35.0 | 8.5 | 0.0 | 6.0 | 20.0 |
| 10.0 | 27.0 | 9.3 | 0.0 | | | 7.3 | 0.0 |
| 12.0 | 0.0 | | | | | | |

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA1 - 402 | REV 0 |
|  | | NC - RA1 - 402. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 44kV, 34.5kV y 33kV VERTICAL. CONFIGURACIÓN ÁNGULO | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 14 de 14 |