

NC - RA2 - 101. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm

| | | | |
|---|--|---|---------------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 101 | REV 0 |
|  | NC - RA2 - 101. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: GERENCIA CET | FECHA: AAAA/MM/DD |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 1 de 12 |

1 OBJETIVO

Definir la configuración básica de la estructura en delta denominada NC-RA2-101 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.

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).

En esta norma se implementa aislador tipo pin en porcelana, 15kV, 5 1/2", ANSI C29.5, clase 55-4. En zonas de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se recomienda utilizar aisladores tipo line-post en porcelana, 25kV, ANSI C29.7. clase 57-1.

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 |
|-----------------------|------------------------|
| 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) |

| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 101 | | REV 0 | |
|---|--|---|---------------------------|-------------------------|--------------------|
|  | NC - RA2 - 101. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E | | |
| | | APROBÓ: GERENCIA CET | FECHA: AAAA/MM/DD | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 2 de 12 |

En los montajes con bayoneta se utilizará, como cable de guarda, cable de acero recubierto de aluminio 7x8 AWG. Como conductor neutro se utilizará cable de 1/0 ACSR/AWAC en caso de tener conductores de fase con calibres hasta 2/0 AWG y cable neutro de 2/0 ACSR/AWAC para calibres de fase superiores.

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.

La bajante de puesta a tierra para esta norma deberá unirse con la estructura metálica del poste y los demás elementos metálicos tales como cruceta, pernos, tornillos, vientos, entre otros. Los materiales requeridos para la construcción se especifican en el documento *RA6-010 Norma técnica: Puesta a tierra de redes de distribución eléctrica*.

Durante la implementación de esta norma se debe tener en cuenta la constitución o definición de la zona de servidumbre de acuerdo con el documento *NT-06 Norma técnica: distancias de seguridad en redes de distribución*.

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

| | | | | | |
|---|--|---|---------------------------|-------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 101 | | REV 0 | |
|  | NC - RA2 - 101. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E | | |
| | | APROBÓ: GERENCIA CET | FECHA: AAAA/MM/DD | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 3 de 12 |

4 MODELO

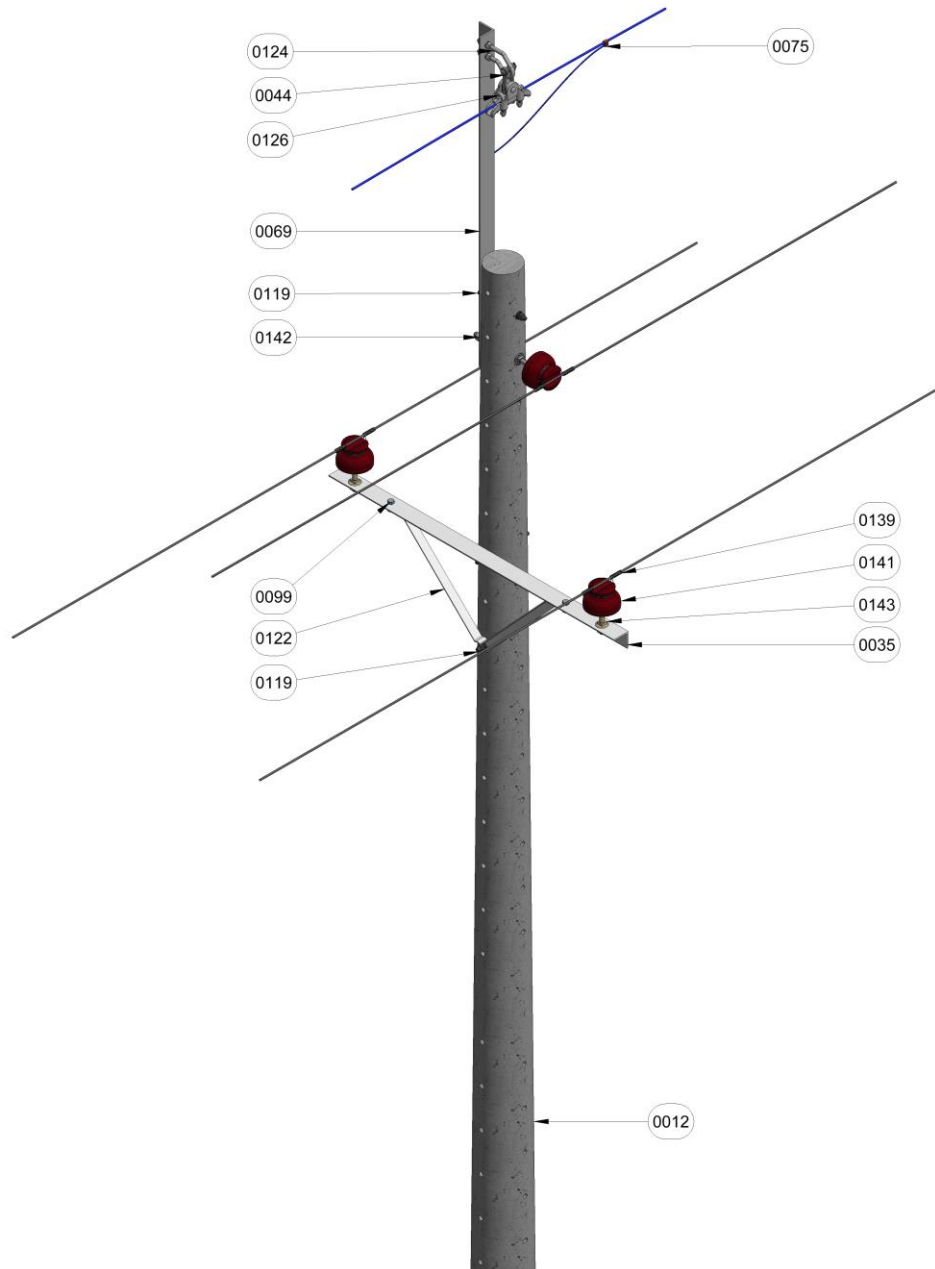


Figura 1. Vista isometrica.

| | | | | | |
|---|--|---|---------------------------|-------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 101 | | REV 0 | |
|  | NC - RA2 - 101. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kv DELTA. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E | | |
| | | APROBÓ: GERENCIA CET | FECHA: AAAA/MM/DD | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 4 de 12 |

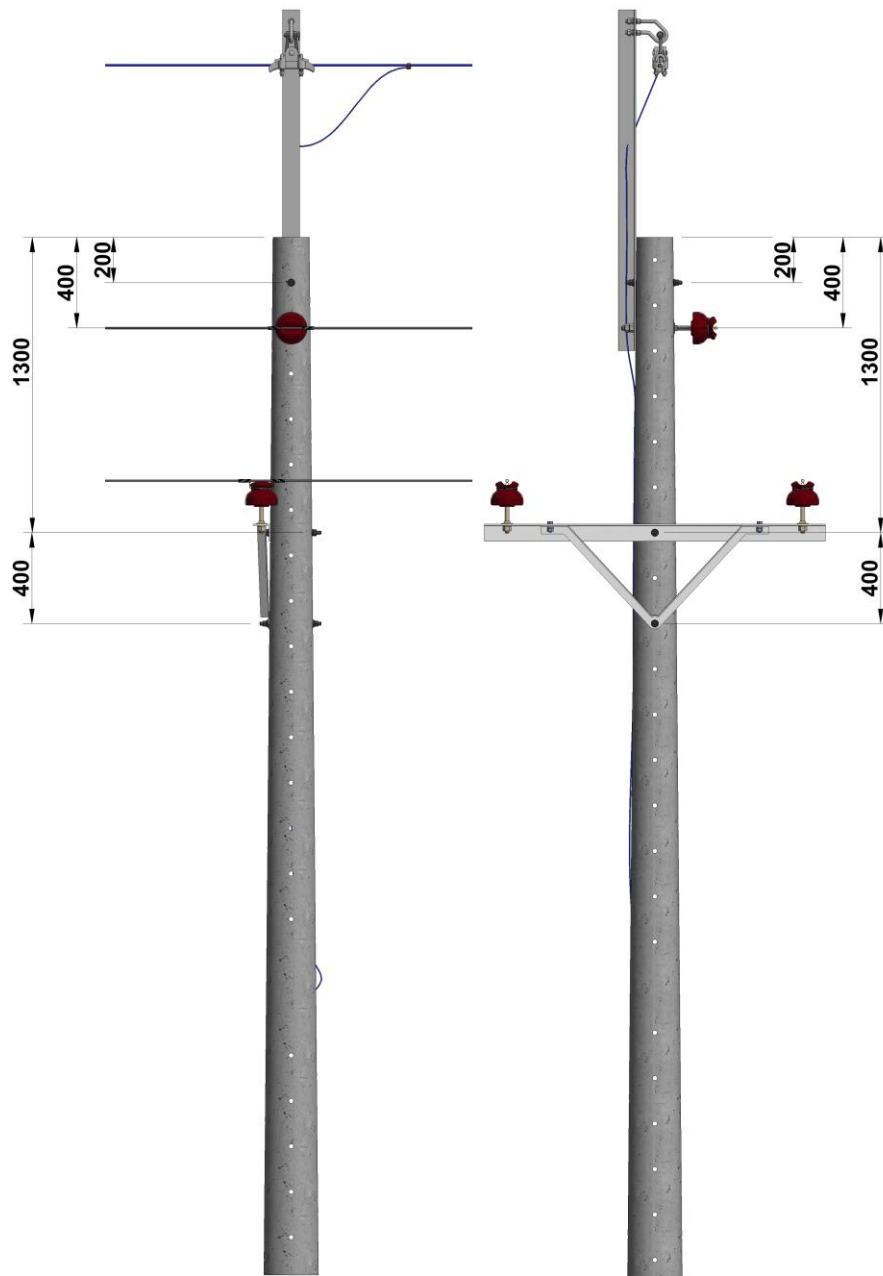


Figura 2. Vista frontal.

| | | | | | |
|---|--|---|---------------------------|-------------------------|--------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 101 | | REV 0 | |
|  | NC - RA2 - 101. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E | | |
| | | APROBÓ: GERENCIA CET | FECHA: AAAA/MM/DD | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 5 de 12 |

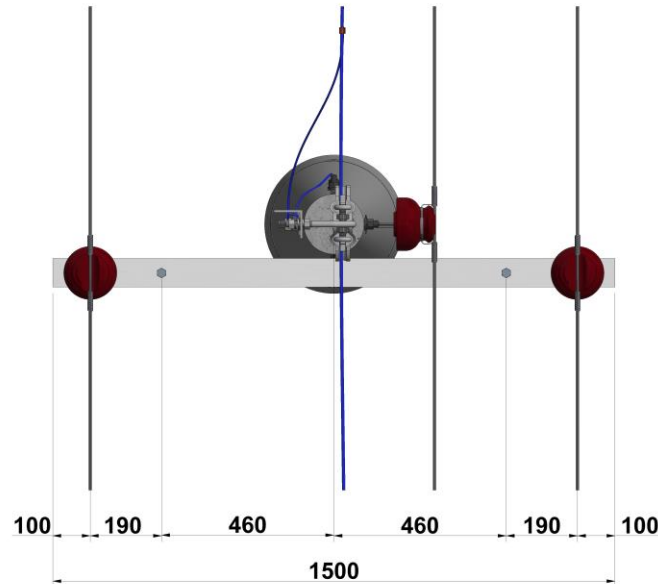


Figura 3. Vista en planta.

5 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 2. Listado de materiales estructura NC-RA2-101

| CÓDIGO IDENTIFIC. | DESCRIPCIÓN TÉCNICA | REFERENCIA | CÓDIGO JDE | CANTIDAD POR MONTAJE | | | | | |
|-----------------------|---|----------------|------------|----------------------|---|---|---|---|---|
| | | | | a | b | c | d | e | f |
| 0012 | Poste de concreto de 12 m y 750 kgf monolítico | ET-TD-ME04-01 | 200015 | | | | 1 | 1 | |
| 0035 | Cruceta metálica 1500 mm x 3" x 3" x 1/4" | CTG-TD-ME03-02 | 211274 | | | | 1 | 1 | |
| 0044 | Eslabón en u 5/8" forjado galvanizado | ET-TD-ME03-11 | 211318 | | | | | 1 | |
| 0069 | Bayoneta metálica sencilla 1500 mm x 3" x 3" x 1/4" | CTG-TD-ME03-03 | 211296 | | | | | 1 | |
| 0075 | Conector universal de tipo derivación (según calibre del conductor) | | | | | | | 1 | |
| 0099 | Tornillo de máquina hexagonal acero galvanizado 5/8" x 1 1/2" | ET-TD-ME03-17 | 211438 | | | | 2 | 2 | |
| 0119 | Esparrago 5/8" x 12" | ET-TD-ME03-19 | 211392 | | | | 2 | 3 | |
| 0122 | Diagonal metálica en V 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" | CTG-TD-ME03-04 | 211294 | | | | 1 | 1 | |
| 0124 | Ojal de suspensión de 5/8" péndola | RT-03446 | 253930 | | | | | 1 | |
| 0126 | Grapa de suspensión Al 4 AWG -2/0 AWG | ET-TD-ME03-16 | 213343 | | | | | 1 | |
| 0139 | Alambre de amarre de aluminio 4 AWG desnudo | ET-TD-ME01-15 | 213943 | | | | 3 | 3 | |
| 0141 (ver tabla 3) | Aislador pin porcelana 15 kV 5 1/2" ANSI C29.5 clase 55-4 | ET-TD-ME02-01 | 200144 | | | | 3 | 3 | |

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|----------------------------|-------------------------|---------------------------|--|
| ENERGÍA | | NORMA TÉCNICAS | | NC - RA2 - 101 | | REV 0 | |
| | | NC - RA2 - 101. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm | | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | | REVISÓ: UNIDAD CET N&E | |
| | | | | APROBÓ: GERENCIA CET | | FECHA: AAAA/MM/DD | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | | ANSI A | | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 6 de 12 | |

| CÓDIGO IDENTIFIC. | DESCRIPCIÓN TÉCNICA | REFERENCIA | CÓDIGO JDE | CANTIDAD POR MONTAJE | | | | | |
|-------------------|--|---------------|------------|----------------------|---|---|---|---|---|
| | | | | a | b | c | d | e | f |
| 0142 | Espigo largo para aislador tipo pin 10"x7"x3/4" rosca nailon 1 3/8" cruceta de fibra de vidrio y poste | ET-TD-ME03-20 | 213697 | | | | 1 | 1 | |
| 0143 | Espigo corto para aislador tipo pin 10"x1 3/4"x3/4" rosca nailon 1 3/8" cruceta metálica | ET-TD-ME03-20 | 213695 | | | | 2 | 2 | |

Donde: a → Montaje con viento y sin bayoneta
b → Montaje con viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda
c → Montaje con viento y con bayoneta para soportar el neutro
d → Montaje sin viento y sin bayoneta
e → Montaje sin viento y con bayoneta para soportar el cable de guarda
f → Montaje sin viento y con bayoneta para soportar el neutro

Se podrán usar los materiales opcionales que se muestran en la Tabla 3

Tabla 3 Materiales opcionales

| OPCIÓN | DESCRIPCIÓN TÉCNICA | REFERENCIA | CÓDIGO JDE |
|--------|---|------------|------------|
| 0141 | Aisladores line post porcelana 25kV ANSI C29.7 clase 57-1 | | |

6 TENSIONADO DEL CONDUCTOR

La tabla de tendido para el conductor seleccionado está definida en el documento *NT-12B Norma técnica: tabla de tendido de los cables para las estructuras del grupo EPM*, donde se muestra la tensión y flecha del cable a diferentes temperaturas.

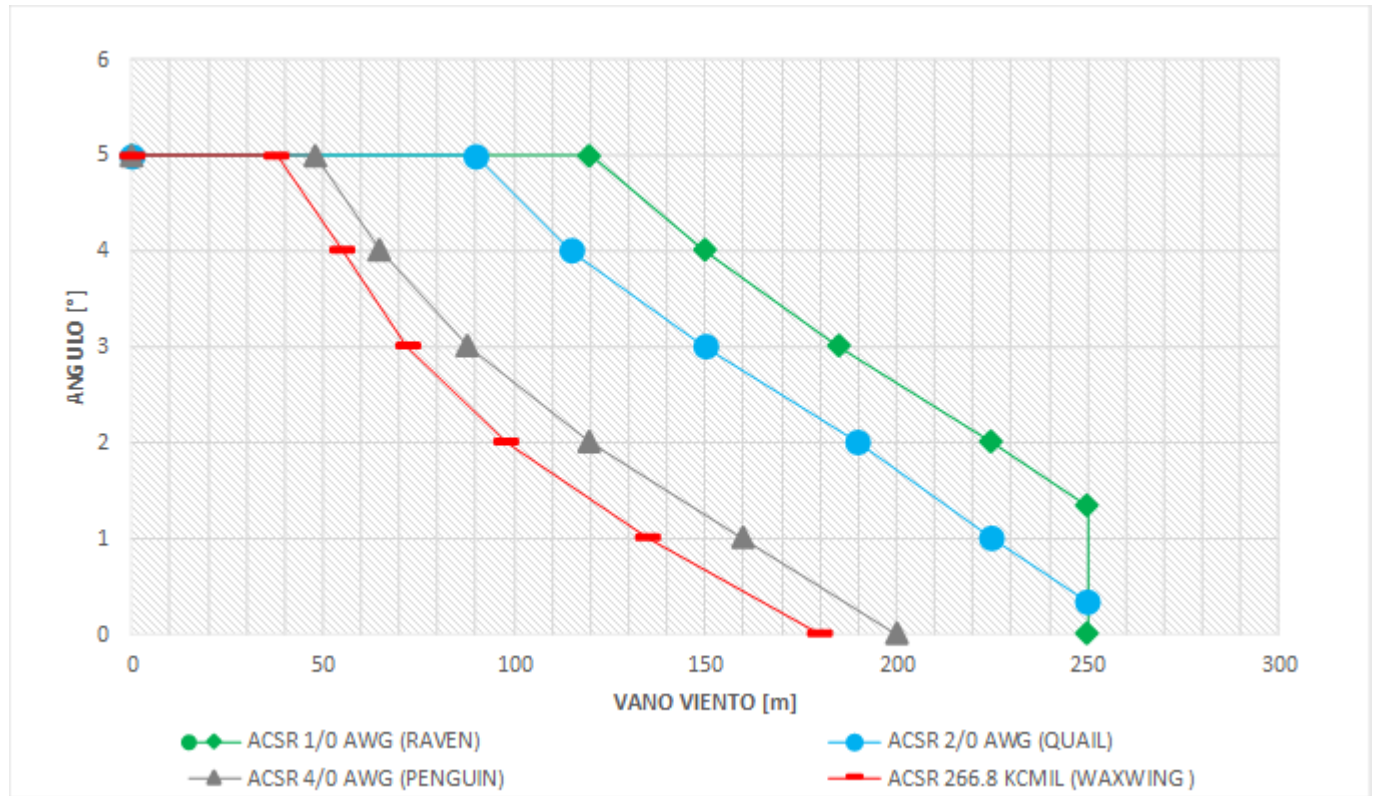
El cálculo mecánico de los conductores se muestra en el documento *ANX-12 Soporte: cálculo mecánico de conductores* y se hace para las siguientes condiciones limitantes.

- 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).

| | | | | |
|---|--|---|---------------------------|-------------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 101 | | REV 0 |
|  | NC - RA2 - 101. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSION 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E | |
| | | APROBÓ: GERENCIA CET | FECHA: AAAA/MM/DD | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm |
| | | | | PÁGINA: 7 de 12 |

7 PUNTOS DE DISEÑO

Montaje d: Montaje sin viento y sin bayoneta



* Elaborada con base en los criterios críticos en el diseño de estructuras para sistemas de distribución de energía

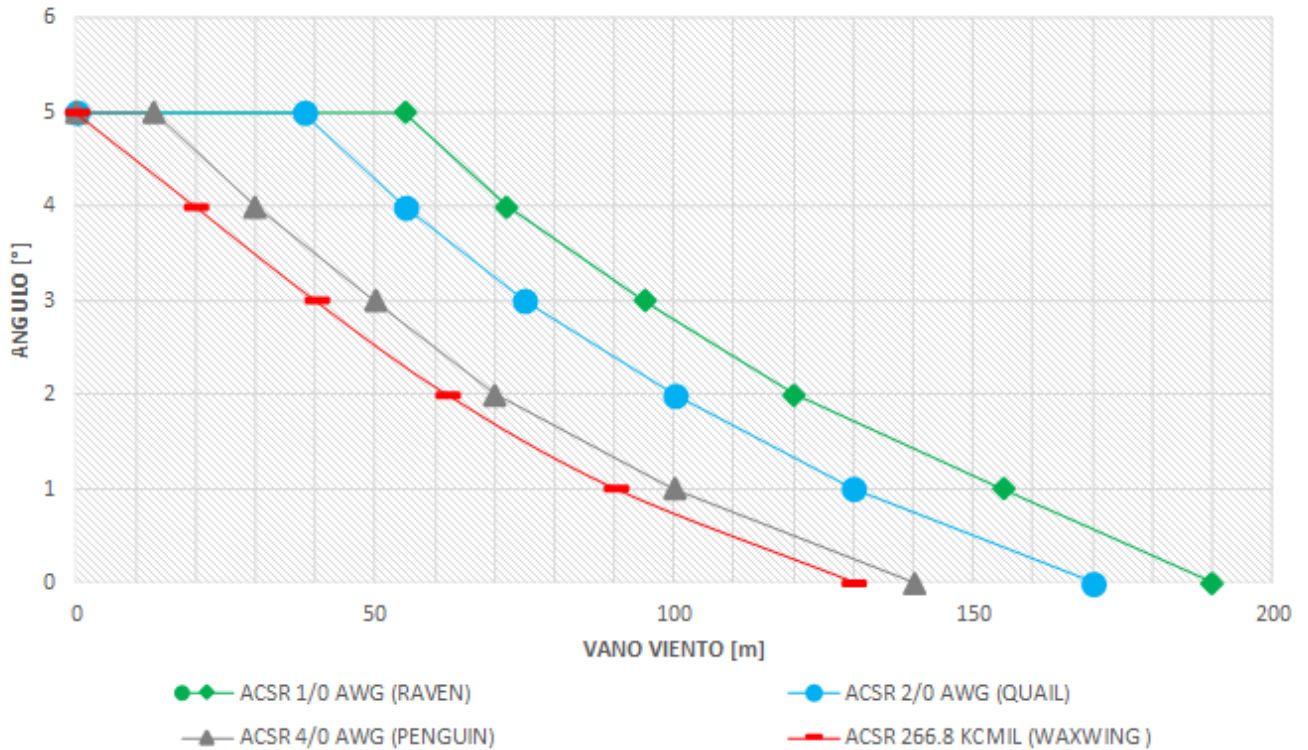
Notas:

1. La curva de utilización esta se construyó con base en los parámetros meteorológicos más críticos 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. 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 en la estructura limitado por la separación entre conductores es 140 m.
6. El vano máximo en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 250 m.
7. Cuando se requieran ángulos superiores a los descritos en la gráfica, se pueden hacer cambios en la estructura de referencia en esta norma como vientos con cable de mayor calibre, aumentar la capacidad de carga de rotura del poste, instalar viento en la bayoneta, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos que permitan su uso en el caso particular.
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] |
|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| 300 | 300 | 240 | 216 |

| | | | |
|--|--|----------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 101 | REV 0 |
| | NC - RA2 - 101. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSION 13.2 KV DELTA. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: GERENCIA CET | FECHA: AAAA/MM/DD |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A | | ESCALA: N/A |
| | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 8 de 12 | |

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



* Elaborada con base en los criterios críticos en el diseño de estructuras para sistemas de distribución de energía

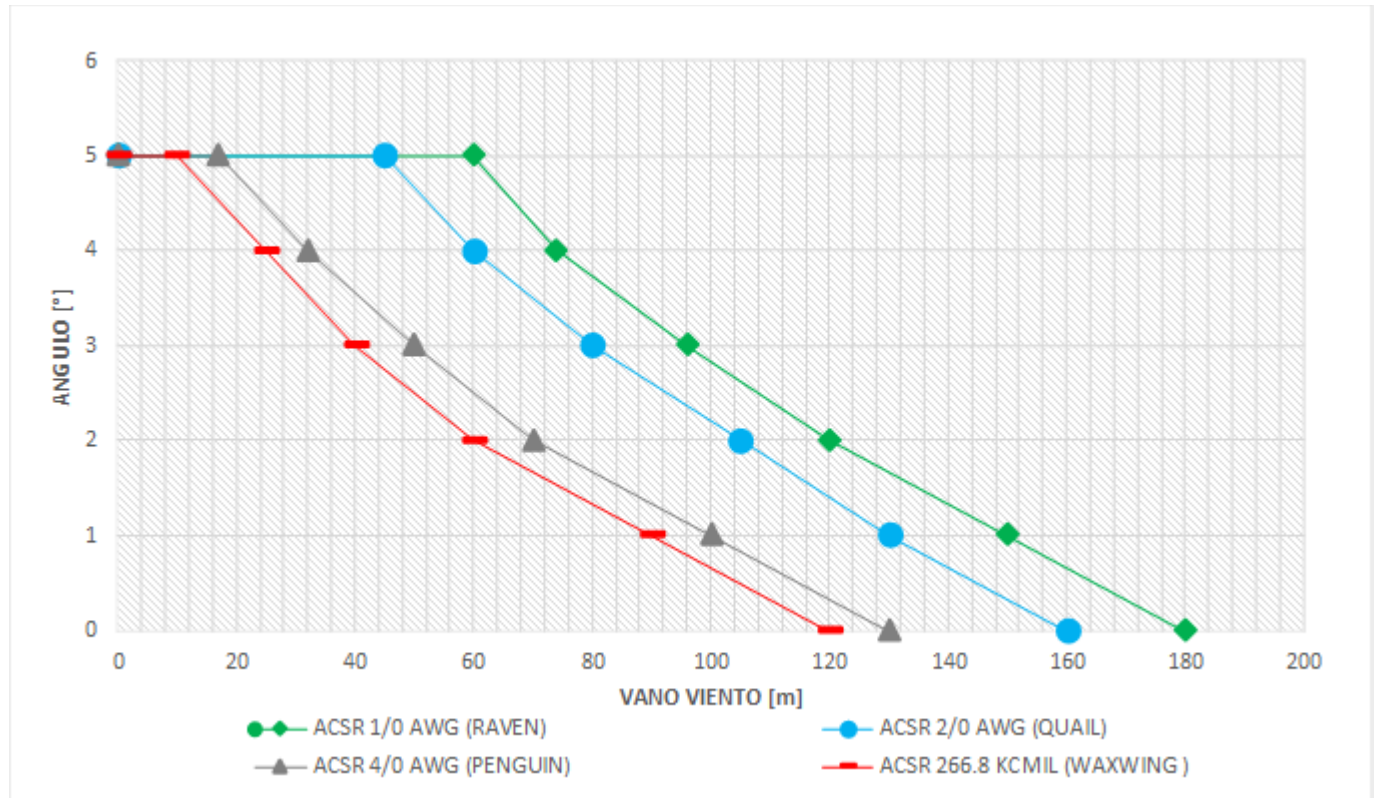
Notas:

1. La curva de utilización esta se construyó con base en los parámetros meteorológicos más desfavorables 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 en la estructura limitado por la separación entre conductores es 140 m.
6. El vano máximo en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 250 m.
7. Cuando se requieran ángulos superiores a los descritos en la gráfica, se pueden hacer cambios en la estructura de referencia en esta norma, como por ejemplo el aumento de la capacidad de carga de rotura del poste, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos que permitan su uso en el caso particular.
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] |
|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| 228 | 204 | 168 | 156 |

| | | | |
|---|--|---|---------------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 101 | REV 0 |
|  | NC - RA2 - 101. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: GERENCIA CET | FECHA: AAAA/MM/DD |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 9 de 12 |

Montaje f: Montaje sin viento y con bayoneta para soportar el neutro



* Elaborada con base en los criterios críticos en el diseño de estructuras para sistemas de distribución de energía

Notas:

- La curva de utilización esta se construyó con base en los parámetros meteorológicos más desfavorables del territorio de alcance del Grupo EPM, es decir clima cálido.
- La velocidad de viento máxima utilizada para la construcción de la curva es de 100 km/h.
- 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.
- 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.
- El vano máximo en la estructura limitado por la separación entre conductores es 140 m.
- El vano máximo en la estructura limitado por flecha para terreno plano es de 250 m.
- Cuando se requieran ángulos superiores a los descritos en la gráfica, se pueden hacer cambios en la estructura de referencia en esta norma, como por ejemplo aumentar la capacidad de carga de rotura del poste, entre otros. Estos cambios deben ser validados y justificados por medio de cálculos electromecánicos que permitan su uso en el caso particular.
- 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] |
|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| 216 | 192 | 156 | 144 |

| | | | |
|--|--|----------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 101 | REV 0 |
| | NC - RA2 - 101. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV DELTA. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: GERENCIA CET | FECHA: AAAA/MM/DD |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A | | ESCALA: N/A |
| | | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 10 de 12 |

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 recomienda utilizar conductores AAAC.
3. En redes con tensión igual a 13.2 kV se utilizarán aislador pin porcelana ANSI C29.5 clase 55-4, distancia de fuga 229 mm y distancia de arco 127 mm. Para zonas con nivel de contaminación fuerte (IV), muy fuerte (V) o costera se recomienda utilizar aisladores Line Post de porcelana ANSI C29.7 clase 57-1, distancia de fuga 356mm y distancia de arco 165 mm.
4. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV) y muy fuerte (V) o costera se recomienda utilizar poste en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). ET-TD-ME04-02.
5. En zonas con nivel de contaminación fuerte (IV) y muy fuerte (V) o costera se recomienda emplear herrajes de acero inoxidable y estructuras FRP.
6. En zonas con alto nivel de contaminación o costera se recomienda utilizar poste en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). ET-TD-ME04-02.
7. 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 30kN y carga máxima cortante de 24kN.



| | | | | | |
|---|--|---|---------------------------|-------------------------|---------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 101 | | REV 0 | |
|  | NC - RA2 - 101. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E | | |
| | | APROBÓ: GERENCIA CET | FECHA: AAAA/MM/DD | | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm | PÁGINA: 11 de 12 |

9 ANEXOS

Tabla 3. Curvas de utilización por conductor montaje d.

| ACSR 1/0 AWG (RAVEN) | | ACSR 2/0 AWG (QUAIL) | | ACSR 4/0 AWG (PENGUIN) | | ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING) | |
|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|---------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] |
| 0.0 | 250.0 | 0.3 | 250.0 | 0.0 | 200.0 | 0.0 | 180.0 |
| 1.3 | 250.0 | 1.0 | 225.0 | 1.0 | 160.0 | 1.0 | 135.0 |
| 2.0 | 225.0 | 2.0 | 190.0 | 2.0 | 120.0 | 2.0 | 98.0 |
| 3.0 | 185.0 | 3.0 | 150.0 | 3.0 | 88.0 | 3.0 | 72.0 |
| 4.0 | 150.0 | 4.0 | 115.0 | 4.0 | 65.0 | 4.0 | 55.0 |
| 5.0 | 120.0 | 5.0 | 90.0 | 5.0 | 48.0 | 5.0 | 38.0 |

Tabla 4. Curvas de utilización por conductor montaje e.

| ACSR 1/0 AWG (RAVEN) | | ACSR 2/0 AWG (QUAIL) | | ACSR 4/0 AWG (PENGUIN) | | ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING) | |
|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|---------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] |
| 0.0 | 190.0 | 0.0 | 170.0 | 0.0 | 140.0 | 0.0 | 130.0 |
| 1.0 | 155.0 | 1.0 | 130.0 | 1.0 | 100.0 | 1.0 | 90.0 |
| 2.0 | 120.0 | 2.0 | 100.0 | 2.0 | 70.0 | 2.0 | 62.0 |
| 3.0 | 95.0 | 3.0 | 75.0 | 3.0 | 50.0 | 3.0 | 40.0 |
| 4.0 | 72.0 | 4.0 | 55.0 | 4.0 | 30.0 | 4.0 | 20.0 |
| 5.0 | 55.0 | 5.0 | 38.0 | 5.0 | 13.0 | 5.0 | 0.0 |

Tabla 5. Curvas de utilización por conductor montaje f.

| ACSR 1/0 AWG (RAVEN) | | ACSR 2/0 AWG (QUAIL) | | ACSR 4/0 AWG (PENGUIN) | | ACSR 266.8 KCMIL (WAXWING) | |
|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|---------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] | ÁNGULO [°] | VV [m] |
| 0.0 | 180.0 | 0.0 | 160.0 | 0.0 | 130.0 | 0.0 | 120.0 |
| 1.0 | 150.0 | 1.0 | 130.0 | 1.0 | 100.0 | 1.0 | 90.0 |
| 2.0 | 120.0 | 2.0 | 105.0 | 2.0 | 70.0 | 2.0 | 60.0 |
| 3.0 | 96.0 | 3.0 | 80.0 | 3.0 | 50.0 | 3.0 | 40.0 |
| 4.0 | 74.0 | 4.0 | 60.0 | 4.0 | 32.0 | 4.0 | 25.0 |
| 5.0 | 60.0 | 5.0 | 45.0 | 5.0 | 17.0 | 5.0 | 10.0 |

| | | | | |
|---|--|---|---------------------------|-------------------------|
| ENERGÍA | NORMA TÉCNICAS | NC - RA2 - 101 | | REV 0 |
|  | NC - RA2 - 101. NORMA DE CONSTRUCCIÓN RED AÉREA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 kV DELTA. CONFIGURACIÓN SUSPENSIÓN CON CRUCETA DE 1500 mm | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E | |
| | | APROBÓ: GERENCIA CET | FECHA: AAAA/MM/DD | |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS | ANSI A |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: mm |
| | | | | PÁGINA: 12 de 12 |