

**DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA**

**ÁREA PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN**

**MANUAL DE CRITERIOS DE USO DE LOS ESTÁNDARES**

**CONSTRUCTIVOS REDES AÉREAS**

**05 abril 2022**

Contenido

[1. Introducción 4](#_Toc99946925)

[2. Objetivo 4](#_Toc99946926)

[3. Alcance 4](#_Toc99946927)

[4. Normativa Vinculante 4](#_Toc99946928)

[5. Documentos referenciados 5](#_Toc99946929)

[6. Definiciones 5](#_Toc99946930)

[7. Montajes estandarizados 6](#_Toc99946931)

[8. Materiales estandarizados 12](#_Toc99946932)

[**8.1.** **Conductores** 12](#_Toc99946933)

[**8.2.** **Cable de acero galvanizado** 13](#_Toc99946934)

[**8.3.** **Herrajes** 14](#_Toc99946935)

[**8.3.1.** **Abrazaderas** 14](#_Toc99946936)

[**8.3.2.** **Pernos** 14](#_Toc99946937)

[**8.3.3.** **Crucero de acero galvanizado** 15](#_Toc99946938)

[**8.3.4.** **Soporte transversal para crucero de 2,4 m** 16](#_Toc99946939)

[**8.3.5.** **Soporte de acero galvanizado para montaje de transformador** 17](#_Toc99946940)

[**8.3.6.** **Arriostres de 711 mm y 1500 mm** 18](#_Toc99946941)

[**8.4.** **Aislador tipo varilla** 19](#_Toc99946942)

[**8.5.** **Remates** 20](#_Toc99946943)

[**8.6.** **Descargadores de sobretensión.** 20](#_Toc99946944)

[**8.7.** **Cortacircuitos.** 21](#_Toc99946945)

[**8.8.** **Estribo atornillable.** 22](#_Toc99946946)

[**8.9.** **Grapa de operar en línea energizada.** 22](#_Toc99946947)

[9. Distancias estandarizadas y de seguridad 23](#_Toc99946948)

[**9.1.** **Separación entre líneas energizadas y estructuras** 23](#_Toc99946949)

[**9.2.** **Distancias mínimas de poda de árboles y vegetación** 24](#_Toc99946950)

[**9.3.** **Distancias mínimas de seguridad de líneas de distribución en cruces de calle y objetos en la vía pública** 24](#_Toc99946951)

[10. Criterios de instalación 25](#_Toc99946952)

[**10.2.** **Estándares de media tensión** 28](#_Toc99946953)

[**10.3.** **Estándares de baja tensión** 28](#_Toc99946954)

[**10.4.** **Estándares de anclajes** 29](#_Toc99946955)

[**10.4.1.** **Anclajes convencionales** 30](#_Toc99946956)

[**10.4.2.** **Anclajes con brazo de ancla** 34](#_Toc99946957)

[**10.4.3.** **Poste de retenida (stub) con anclaje convencional** 37](#_Toc99946958)

[**10.4.4.** **Poste de retenida (stub) con brazo de ancla** 41](#_Toc99946959)

[**10.5.** **Estándares de seccionamiento, descargadores y sistemas de puesta a tierra** 44](#_Toc99946960)

[**10.6.** **Estándares de postes** 45](#_Toc99946961)

[**10.7.** **Estándares de transformadores y equipos reconectadores** 45](#_Toc99946962)

[11. BITÁCORA DE CAMBIOS REALIZADOS 47](#_Toc99946963)

# Introducción

El principio de aplicación de redes aéreas con conductor desnudo es tener una red en óptimas condiciones y mejorar la calidad del servicio de suministro de energía eléctrica que brinda la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, en adelante CNFL. Este documento establece una serie de lineamientos necesarios para un correcto diseño, instalación, mantenimiento y supervisión de obras de sistemas de distribución con redes aéreas con conductores desnudos.

1. **Objetivo**

El objetivo de este manual es brindar a los diseñadores, constructores y personal de supervisión de obras, tanto interno como externo, una serie de lineamientos y recomendaciones para el diseño, construcción, supervisión y mantenimiento de sistemas de distribución para redes aéreas con conductores desnudos.

1. **Alcance**

Esta normativa define las buenas prácticas para la construcción de redes de distribución aéreas para 13,8 kV y 34,5 kV, garantizando la seguridad y compatibilidad de la red. Este manual aplica para diseñadores externos, internos, supervisores de obras por contrato, empresas particulares y personal técnico de la CNFL, S.A.

1. **Normativa Vinculante**

Leyes

* 7447, Regulación del uso racional de la energía
* 7575, Forestal
* 7593, Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos

Reglamentos

* 25721-MINAE, Reglamento a la Ley Forestal
* 29847-MP-MINAE-MEIC, Reglamento sectorial de servicios eléctricos

Normas Técnicas

* AR-NT-SUINAC Supervisión de la instalación y equipamiento de Acometidas eléctricas, ARESEP
* AR-NT-SUCOM Supervisión de la comercialización del suministro eléctrico en baja y media tensión, ARESEP
* AR-NT-SUCAL Supervisión de la calidad del suministro eléctrico en baja y media tensión, ARESEP
* AR-NT-SUMEL Supervisión del uso, funcionamiento y control de medidores de energía eléctrica,
* AR-NT-POASEN Planeación, Operación y Acceso al Sistema Eléctrico Nacional, ARESEP
* Código eléctrico de Costa Rica para la seguridad de la vida y la propiedad, CFIA.
* Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 13,8 kV - 24,9kV - 34,5 kV

Otras Normas

* INTE/ISO 9001:2015
* INTE/ISO 14001:2015
* ISO 45001-2018
* ISO 55001:2015

Otros documentos de apoyo externo

* Guía para la prevención y mitigación de la electrocución de la fauna silvestre por tendidos eléctricos en Costa Rica
* Manual centroamericano sobre normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales
* *National Electric Safety Code C2*

1. **Documentos referenciados**

Documentos

* Estándares constructivos redes aéreas

Formulario

* F-447 Autorización para instalación de anclajes dentro de propiedades privadas (personas físicas o jurídicas)

Procedimiento

* Procedimiento gestión de la viabilidad ambiental para actividades, obras y proyectos

Manual

* Manual para podas en líneas eléctricas
* Manual de criterios para el diseño de redes aéreas de distribución eléctrica

Directriz

* Directriz para la constitución de la servidumbre eléctrica o de paso

Reglamento

* Reglamento para la construcción de líneas eléctricas por empresas particulares autorizadas a ser conectadas a la red de distribución eléctrica de CNFL S.A.

1. **Definiciones**

|  |  |
| --- | --- |
| Acometida aérea: | Corresponde al tendido eléctrico desarrollado en forma aérea desde la red eléctrica de la empresa de distribución, hasta el punto de entrega del abonado. |
| Anclaje: | Sistema de retenida de estructuras que se realiza por medio de cables de acero galvanizado. |
| Criterios de uso: | Documento que respalda técnicamente los parámetros establecidos en el estándar constructivo. |
| Crucero: | Estructura de acero galvanizado que da soporte mecánico y distanciamiento a los aisladores que sostienen las líneas energizadas. |
| Conductor desnudo: | Conductor de electricidad que se fabrica generalmente de cobre o aluminio que se utiliza para la distribución de energía en media y baja tensión y no posee ningún tipo de aislamiento. |
| Estándar constructivo: | Documento que establece un diagrama con la manera de construir las distintas partes del sistema de distribución, así como la lista de componentes que lo conforman y las principales consideraciones que deben contemplarse en su construcción. |
| Línea de distribución: | Disposición de apoyos, ductos, conductores, aisladores y accesorios para distribuir energía eléctrica, en forma aérea o subterránea, para su uso final, en media y baja tensión. |
| Red de media tensión: | Red de distribución eléctrica que está entre nivel de tensión mayor a 1 kV, pero menor o igual a 100 kV. En este manual aplica para 13,8 kV y 34,5 kV. |
| Red de baja tensión: | Red de distribución eléctrica que con nivel de tensión menor o igual a 1 kV. |
| Sistema de puesta a tierra: | Conjunto de equipos y materiales mediante el cual una instalación eléctrica se conecta a tierra (superficie equipotencial). |
| Transición: | Punto del sistema de distribución en el que se da un cambio en el tipo de red de media tensión, (aéreo-subterránea, aéreo-compacta, entre otros). |

1. **Montajes estandarizados**

Los montajes de redes aéreas estandarizados para utilizar en el sistema de distribución de la CNFL se dividen en 15 tipos de acuerdo con su tensión nominal y aplicación. En las tablas de la 1 a la 16 se muestran los códigos y nombres para esos estándares.

**Tabla 1. Redes de media tensión línea primaria monofásica para 3/0 AAC**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 1 | RPM00A | Remate primario monofásico |
| 2 | PPM01A | Paso primario monofásico ángulos de 0° a 10° |
| 3 | PPM13A | Paso primario monofásico ángulos de 10° a 30° |
| 4 | APM06A | Abertura primaria monofásica ángulos de 0° a 60° |
| 5 | APM69A | Abertura primaria monofásica ángulos de 60° a 90° |

**Tabla 2. Redes de media tensión línea primaria bifásica para 3/0 AAC**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 6 | RPB00A | Remate primario bifásico |
| 7 | PPBC01A | Paso primario bifásico centrado 0° a 10° |
| 8 | PPB01A | Paso primario bifásico ángulos de 0° a 10° |
| 9 | PPB13A | Paso primario bifásico ángulos de 10° a 30° |
| 10 | APB06A | Abertura primaria bifásica ángulos de 0° a 60° |
| 11 | APBS06A | Abertura primaria bifásica semibandera ángulos de 0° a 60° |
| 12 | PPBB01A | Paso primario bifásico en bandera ángulos de 0° a 10° |
| 13 | PPBB13 | Paso primario bifásico en bandera ángulos de 10° a 30° |
| 14 | APB69A | Abertura primaria bifásica ángulos de 60° a 90° |

**Tabla 3. Redes de media tensión línea primaria trifásica para 3/0 AAC**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 15 | RPT00A | Remate primario trifásico |
| 16 | PPTB01A | Paso primario trifásico en bandera ángulos de 0° a 10° |
| 17 | PPTC01A | Paso primario trifásico centrado de 0° a 10° |
| 18 | PPTB13A | Paso primario trifásico en bandera ángulos de 10° a 30° |
| 19 | PPT01A | Paso primario trifásico ángulos de 0° a 10° |
| 20 | PPT13A | Paso primario trifásico ángulos de 10° a 30° |
| 21 | APT06A | Abertura primaria trifásica ángulos de 0° a 60° |
| 22 | APT69A | Abertura primaria trifásica ángulos de 60° a 90° |
| 23 | APTS06A | Abertura primaria trifásica semibandera ángulos de 0° a 60° |

**Tabla 4. Redes de media tensión línea primaria trifásica para 266 MCM**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 24 | RPT00B | Remate primario trifásico |
| 25 | PPTC01B | Paso primario trifásico centrado 0° a 10° |
| 26 | PPTB03B | Paso primario trifásico en bandera ángulos de 0° a 30° |
| 27 | PPT03B | Paso primario trifásico ángulos de 0° a 30° |
| 28 | APT06B | Abertura primaria trifásica ángulos de 0° a 60° |
| 29 | APTS06B | Abertura primaria trifásica semibandera ángulos de 0° a 60° |
| 30 | APT69B | Abertura primaria trifásica ángulos de 60° a 90° |

**Tabla 5. Redes de media tensión línea primaria trifásica para 477 MCM**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 31 | RPT00D | Remate primario trifásico |
| 32 | PPTB03D | Paso primario trifásico en bandera ángulos de 0° a 30° |
| 33 | PPTC01D | Paso primario trifásico centrado 0° a 10° |
| 34 | PPT03D | Paso primario trifásico ángulos de 0° a 30° |
| 35 | APT06D | Abertura primaria trifásica ángulos de 0° a 60° |
| 36 | APT69D | Abertura primaria trifásica ángulos de 60° a 90° |
| 37 | APTS06D | Abertura primaria trifásica semibandera ángulos de 0° a 60° |
| 38 | RCCLD | Remate con cuchillas de línea para conductor 477 MCM |

**Tabla 6. Redes de baja tensión**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 39 | RCT2 | Remate para cable tríplex #2 |
| 40 | RCT64 | Remate para cable tríplex #6 y #4 |
| 41 | RN | Remate neutro |
| 42 | PN03 | Paso neutro ángulo de 10° a 30° |
| 43 | AN06 | Abertura neutro ángulos de 0° a 60° |
| 44 | AN69 | Abertura neutro ángulos de 60° a 90° |
| 45 | ACT2A06 | Abertura para cable tríplex #2 ángulo de 0° a 60° |
| 46 | ACT64A06 | Abertura para cable tríplex #6 y #4 ángulo de 0° a 60° |
| 47 | ACT2A69 | Abertura para cable tríplex #2 ángulo de 60° a 90° |
| 48 | ACT64A69 | Abertura para cable tríplex #6 y #4 ángulo de 60° a 90° |
| 49 | RS | Remate secundario |
| 50 | PS03 | Paso secundario ángulo de 10° a 30° |
| 51 | AS06 | Abertura secundaria ángulos de 0° a 60° |
| 52 | AS69 | Abertura secundaria ángulos de 60° a 90° |
| 53 | AS06CP | Abertura secundaria ángulos de 0° a 60° con puente |
| 54 | AS69CP | Abertura secundaria ángulos de 60° a 90° con puente |
| 55 | DPS | Distanciador plástico secundario |
| 56 | AC06 | Acometida aérea conductor tríplex 3/6 AWG |
| 57 | AC04 | Acometida aérea conductor tríplex 3/4 AWG |
| 58 | AC02 | Acometida aérea conductor tríplex 3/2 AWG |
| 59 | AC030 | Acometida aérea conductor tríplex 3/0 AWG |
| 60 | AFC06 | Abertura de fase C para ángulos de 0° a 60° |
| 61 | AFC69 | Abertura de fase C para ángulos de 60° a 90° |
| 62 | PFC03 | Paso de fase C para ángulos de 0° a 30° |
| 63 | RFC | Remate de fase C |
| 64 | AFC06CP | Abertura de fase C para ángulos de 0° a 60° con puente |
| 65 | AFC69CP | Abertura de fase C para ángulos de 60° a 90° con puente |

**Tabla 7. Equipos de protección**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 66 | DLM13 | Descargador para línea monofásica 13,8 kV |
| 67 | DLM34 | Descargador para línea monofásica 34,5 kV |
| 68 | DLB13 | Descargadores para línea bifásica 13,8 kV |
| 69 | DLB34 | Descargadores para línea bifásica 34,5 kV |
| 70 | DLT13 | Descargadores para línea trifásica 13,8 kV |
| 71 | DLT34 | Descargadores para línea trifásica 34,5 kV |
| 72 | SPT1E | Sistema puesta a tierra 1 electrodo |
| 73 | SPT3E | Sistema puesta a tierra 3 electrodo |
| 74 | MT1 | Tierra convencional |
| 75 | MT3 | Malla para tierra |
| 76 | SPTPSI | Sistema de puesta a tierra para seccionadores e interruptores |

**Tabla 8. Equipos de seccionamiento**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 77 | CDTM13 | Cortacircuitos y descargador para transformador monofásico 13,8 kV |
| 78 | CDTM34 | Cortacircuitos y descargador para transformador monofásico 34,5 kV |
| 79 | CDTB13 | Cortacircuitos y descargadores para transformadores bifásicos 13,8 kV |
| 80 | CDTB34 | Cortacircuitos y descargadores pararrayos para transformadores bifásicos 34,5 kV |
| 81 | CDTT13 | Cortacircuitos y descargadores para transformadores trifásicos 13,8 kV |
| 82 | CDTT34 | Cortacircuitos y descargadores para transformadores trifásicos 34,5 kV |
| 83 | CDTMAS13 | Cortacircuitos y descargador para transición monofásica aéreo subterráneo 13,8 kV |
| 84 | CDTMAS34 | Cortacircuitos y descargador para transición monofásica aéreo subterráneo 34,5 kV |
| 85 | CDTTAS13 | Cortacircuitos y descargadores para transición trifásica aéreo subterráneo 13,8 kV |
| 86 | CDTTAS34 | Cortacircuitos y descargadores para transición trifásica aéreo subterráneo 34,5 kV |
| 87 | CDTMAS13EA | Cortacircuitos y descargador para transición monofásica aéreo subterráneo 13,8 kV con extintor de arco |
| 88 | CDTMAS34EA | Cortacircuitos y descargador para transición monofásica aéreo subterráneo 34,5 kV con extintor de arco |
| 89 | CDTTAS13EA | Cortacircuitos y descargadores para transición trifásica aéreo subterráneo 13,8 kV con extintor de arco |
| 90 | CDTTAS34EA | Cortacircuitos y descargadores para transición trifásica aéreo subterráneo 34,5 kV con extintor de arco |
| 91 | CDSM13 | Cortacircuitos y descargador para sección monofásica 13,8 Kv |
| 92 | CDSM34 | Cortacircuitos y descargador para sección monofásica 34,5 kV |
| 93 | CDSB13 | Cortacircuitos y descargadores para sección bifásica 13,8 kV |
| 94 | CDSB34 | Cortacircuitos y descargadores para sección bifásica 34,5 kV |
| 95 | CDST13 | Cortacircuitos y descargadores para sección trifásica 13,8 kV |
| 96 | CDST34 | Cortacircuitos y descargadores para sección trifásica 34,5 kV |
| 97 | CDSM13(EA) | Cortacircuitos (EA) y descargador para sección monofásica 13,8 kV |
| 98 | CDSM34(EA) | Cortacircuitos (EA) y descargador para sección monofásica 34,5 kV |
| 99 | CDSB13(EA) | Cortacircuitos (EA) y descargadores para sección bifásica 13,8 kV |
| 100 | CDSB34(EA) | Cortacircuitos (EA) y descargadores para sección bifásica 34,5 kV |
| 101 | CDST13(EA) | Cortacircuitos (EA) y descargadores para sección trifásica 13,8 kV |
| 102 | CDST34(EA) | Cortacircuitos (EA) y descargadores para sección trifásica 34,5 kV |
| 103 | CSLPHD | Cuchillas seccionadoras de línea en paso horizontal para 477 MCM |
| 104 | CSL | Módulo de cuchilla seccionalizadora de línea (Para reconectador) |

**Tabla 9. Transformadores y seccionadores**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 105 | CMT | Conexión monofásica para transformador |
| 106 | CBT | Conexión bifásica para transformador |
| 107 | CTTEE | Conexión trifásica para transformador (Estrella-Estrella) |
| 108 | CTTED | Conexión trifásica para transformador (Estrella-Delta) |
| 109 | CPSV | Conexión para reconectador vertical |
| 110 | CEST1 | Conexión para equipo seccionador tipo 1 |
| 111 | CRAP1 | Conexión reconectador para acometida privada 1 |
| 112 | CRAP2 | Conexión reconectador para acometida privada 2 |

**Tabla 10. Anclas**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 113 | AS | Ancla sencilla |
| 114 | AAS1 | Ancla de acera sencilla con brazo de 900 mm |
| 115 | AAS2 | Ancla de acera sencilla con brazo de 1350 mm |
| 116 | AAS | Ancla de acera sencilla con brazo de 1750 mm |
| 117 | AD | Ancla doble |
| 118 | AAD1 | Ancla de acera doble con brazo de 900 mm |
| 119 | AAD2 | Ancla de acera doble con brazo de 1350 mm |
| 120 | AAD | Ancla de acera doble con brazo de 1750 mm |
| 121 | AT | Ancla triple |
| 122 | AAT1 | Ancla de acera triple con brazo de 900 mm |
| 123 | AAT2 | Ancla de acera triple con brazo de 1350 mm |
| 124 | AAT | Ancla de acera triple con brazo de 1750 mm |
| 125 | PCPARS | Poste de concreto para anclaje de retenida sencilla |
| 126 | PCPARD | Poste de concreto para anclaje de retenida doble |
| 127 | PCPART | Poste de concreto para anclaje de retenida triple |

**Tabla 11. Postes**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 128 | PA11PD | Poste de acero de 11 m para distribución |
| 129 | PA13PD | Poste de acero de 13 m para distribución |
| 130 | PA15PD | Poste de acero de 15 m para distribución |
| 131 | PA17PD | Poste de acero de 17 m para distribución |
| 132 | PC11 | Poste de concreto de 11 m |
| 133 | PC13 | Poste de concreto de 13 m |
| 134 | PC15 | Poste de concreto de 15 m |
| 135 | PC17 | Poste de concreto de 17 m |
| 136 | PA9AP | Poste de acero de 9 m para alumbrado público |
| 137 | PA11AP | Poste de acero de 11 m para alumbrado público |
| 138 | PA13AP | Poste de acero de 13 m para alumbrado público |
| 140 | PA11AUP | Poste de acero de 11 m para autopistas |
| 141 | PAVT | Poste autoportante varios tamaños |

**Tabla 12. Tiros flojos**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 142 | TFNLP2 | Tiro flojo neutro línea poste con conductor #2 AWG |
| 143 | TFNLP3 | Tiro flojo neutro línea poste con conductor 3/0 AWG |
| 144 | TFT2 | Tiro flojo tríplex #2 línea poste |
| 145 | TFT3 | Tiro flojo tríplex 3/0 línea poste |
| 146 | TFMLATP2 | Tiro flojo monofásico línea – aislador tipo poste con #2 AWG |
| 147 | TFMLATP3 | Tiro flojo monofásico línea – aislador tipo poste con 3/0 AWG |
| 148 | TFMLAS2 | Tiro flojo monofásico línea – aislador de suspensión  con # 2 AWG |
| 149 | TFMLAS3 | Tiro flojo monofásico línea – aislador de suspensión con 3/0 AWG |
| 150 | TFTAA2 | Tiro flojo trifásico aislador-aislador con conductor #2 AWG |
| 151 | TFTAA3 | Tiro flojo trifásico aislador-aislador con conductor 3/0 AWG |

**Tabla 13. Redes de media tensión línea primaria trifásica**

**para 477 MCM doble circuito**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 152 | RPT00DDC | Remate primario trifásico |
| 153 | PPTB03DDC | Paso primario trifásico en bandera ángulos de 0° a 30° |
| 154 | PPT03DDC | Paso primario trifásico ángulos de 0° a 30° |
| 155 | APT06DDC | Abertura primaria trifásica ángulos de 0° a 60° |
| 156 | APT69DDC | Abertura primaria trifásica ángulos de 60° a 90° |
| 157 | APTS06DDC | Abertura primaria trifásica semibandera ángulos de 0° a 60° |

**Tabla 14. Jumpers**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 158 | JMCC | Jumper monofásico conector-conector |
| 159 | JBCC | Jumper bifásico conector-conector |
| 160 | JTCC | Jumper monofásico conector-conector |
| 161 | JMCE | Jumper monofásico conector-estribo |
| 162 | JBCE | Jumper bifásico conector-estribo |
| 163 | JTCE | Jumper trifásico conector-estribo |
| 164 | JTGG | Jumper trifásico gaza-gaza |

**Tabla 15. Montajes verticales**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 165 | THV00D | Transición horizontal vertical para conductor 477 MCM |
| 166 | RTV00D | Remate vertical para conductor 477 MCM |
| 167 | ATV06D | Abertura trifásica vertical de 0° a 60° para conductor 477 MCM |
| 168 | ATV069 | Abertura trifásica vertical de 60° a 90° para conductor 477 MCM |
| 169 | PTV03D | Paso trifásico vertical de 0° a 30 para conductor 477 MCM |
| 170 | ATV06DCD | Abertura trifásica vertical de 0° a 60° doble circuito para conductor 477 MCM |
| 171 | ATV69DCD | Abertura trifásica vertical de 60° a 90° doble circuito para conductor 477 MCM |
| 172 | RTVDCD | Remate trifásico vertical doble circuito para conductor 477 MCM |
| 173 | PTV13DCD | Paso trifásico vertical de 10° a 30 doble circuito para conductor 477 MCM |
| 174 | PTV01DCD | Paso trifásico vertical de 0° a 10 doble circuito para conductor 477 MCM |

**Tabla 16. Materiales varios**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Código** | **Descripción** |
| 175 | MAATV1 | Módulo para anclaje de aislador tipo varilla con una roldana |
| 176 | MAATV2 | Módulo para anclaje de aislador tipo varilla con dos roldanas |
| 177 | CRAP1 | Reconectador para acometida privada NOJA |
| 178 | CRAP2 | Reconectador para acometida privada ABB |
| 179 | CAPBT | Cobertor aislante para bajante de transformador |
| 180 | CALMT | Cobertor aislante para líneas de media tensión |
| 181 | PAPBT | Protector aislante para buje de transformador |
| 182 | PEPPF | Protector electrostático para protección de la fauna |
| 183 | DAETP | Dispositivo anti-escalamiento tipo paleta de aluminio |
| 184 | RPPTD | Resistencia para puesta a tierra (disipador) |

1. **Materiales estandarizados**

Los materiales normalizados para la red aérea con conductores desnudos en la CNFL, corresponden a accesorios seleccionados a partir de una amplia investigación donde se tomaron escenarios y condiciones críticas de instalación. Para mayor detalle de cada material, puede solicitar a la CNFL la especificación técnica correspondiente.

* 1. **Conductores**

En este apartado se muestran los conductores estandarizados en las redes de distribución aéreas de la CNFL, en los que se mencionan tanto, conductores utilizados, en media tensión como en baja tensión. En las tablas 17 y 18, se detallan las principales características tanto de conductores de aluminio como de cobre, que sirven de referencia para los involucrados en diseño, construcción, mantenimiento e inspección de este tipo de redes.

**Tabla 17. Conductores de media tensión normalizados para red aérea en CNFL**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de conductor** | **Ampacidad (A)**  **(75°C Tc @ 25°C Ta)** | **Diámetro (mm) (Tolerancia ±1%)** | **Área (mm2)** |
| Cable de aluminio #2 AWG | 185 | 7,42 | 33,68 |
| Cable de aluminio 3/0 AWG | 330 | 11,8 | 84,96 |
| Cable de aluminio 266 MCM | 440 | 14,88 | 135,16 |
| Cable de aluminio 477 MCM | 639 | 20,12 | 241,54 |
| Alambre de cobre desnudo #4 AWG | 131 | 5,19 | 21,15 |
| Cable de cobre 1/0 AWG desnudo | 305 | 9,47 | 53,5 |
| Cable de cobre 3/0 AWG, XLPE | 225 | 15,1 | 85 |

**Tabla 18. Conductores de multiplex normalizados para red aérea en CNFL**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de conductor** | **Diámetro de cada conductor con aislamiento (mm)** | **Diámetro de neutro o mensajero (mm)** | **Ampacidad (A)** |
| Cable de aluminio tríplex 85,0 mm2 (3/0 AWG) | 14,79/15,74 | 11,79 | 242 |
| Cable de aluminio tríplex 33,62 mm2 (2 AWG) | 9,62 | 7,42 | 106 |
| Cable de aluminio tríplex 21,1 mm2 (4 AWG) | 8,09 | 5,89 | 78 |
| Cable de aluminio tríplex 13,3 mm2 (6 AWG) | 6,87 | 4,67 | 59 |
| Cable de aluminio cuádruplex 33,62 mm2 (2 AWG) | 9,62 | 7,42 | 106 |

* 1. **Cable de acero galvanizado**

El cable de acero galvanizado desnudo de 9,53 mm de diámetro, utilizado en la red de distribución de la CNFL con sus respectivos accesorios, tales como remates rectos y curvos, dicho cable es utilizado en montajes de retenidas en media y baja tensión (tanto sencilla como doble, además en retenidas con *stub* sencilla y doble y retenidas con brazo de acera. En la figura 1 se puede observar la forma y constitución del cable.

**Figura 1: Cable de acero galvanizado desnudo**



Fuente: Especificación técnica del cable de acero galvanizado

Las propiedades físicas del cable son las que se muestran en la tabla 19, indicadas a continuación:

**Tabla 19. Propiedades físicas del cable acero galvanizado**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Diámetro nominal del cable mm (pulgadas)** | **Diámetro nominal de los alambres mm (pulgadas)** | **Tolerancia del hilo ±mm (pulgadas)** | **Tolerancia del diámetro del cable ±mm (pulgadas)** |
| 9,53 (3/8) | 3,175 (1/8) | 0,13 (0,005) | 0,39 (0,0153) |

* 1. **Herrajes**

Los siguientes son los herrajes más representativos utilizados en las redes aéreas para conductores desnudos, tanto para media como para baja tensión.

* + 1. **Abrazaderas**

La abrazadera cumple la función de dar soporte a diferentes elementos de la red de distribución, por ejemplo, el soporte de aisladores, dispositivos de protección, retenidas, transformación y alumbrado.

Las abrazaderas deben ser de acero galvanizado y fabricadas con pletina de acero ASTM-A36 con un espesor de 6,3 ± 0,3 mm y posteriormente se le debe aplicar un proceso de galvanizado por inmersión en caliente, según la norma ASTM A-153 / A-153M. En la figura 2 se muestra en ejemplo de este tipo de abrazadera.

**Figura 2: Abrazadera de acero galvanizado**

Icono

Descripción generada automáticamente

Fuente: Especificación técnica de abrazadera

El espesor de galvanizado promedio mínimo debe ser de 86 μm en 10 mediciones en diferentes puntos de la abrazadera y un mínimo aceptable 79 μm en cualquier punto de la abrazadera.

* + 1. **Pernos**

Los pernos de acero galvanizado se utilizan en redes de distribución como unión mecánica de los diferentes herrajes. En la tabla 20 se muestran los diferentes tipos de pernos utilizados en la red de distribución para las distintas aplicaciones.

**Tabla 20. Tipos de pernos de acero galvanizado**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Código** | **Tipo de perno** | **Dimensiones mm (pulgadas)** |
| 13-07-5063 | Pernos de acero galvanizado de cabeza cuadrada | 15,87 x 63,5 mm (5/8 x 2-1/2 pulgadas) |
| 13-07-5038 | 15,87 x 38,1 mm (5/8 x 1-1/2 pulgadas) |
| 13-07-4038 | 12,7 x 63,5 mm (1/2 x 2-1/2 pulgadas) |
| 13-07-5304 | 15,87x 304,8 mm (5/8 x 12 pulgadas) |
| 13-42-5355 | Pernos de armado doble | 15,87 x 355,6 mm (5/8 x 14 pulgadas) |
| 13-42-5304 | 15,87 x 304,8 mm (5/8 x 12 pulgadas) |
| 13-17-5355 | Pernos de ojo | 15,87 x 355,6 mm (5/8 x 14 pulgadas) |
| 13-17-5304 | 15,87 x 304,8 mm (5/8 x 12 pulgadas) |
| 13-13-5104 | Perno de acero galvanizado cabeza redonda | (15,88 x 101,6) mm (5/8 x 4 pulgadas) |
| 13-13-5063 | (15,88 x 63,5) mm (5/8 x 2,5 pulgadas) |

El material de los pernos debe ser de acero de medio o bajo carbono correspondiente a grado 1 según SAE o ASTM A307.

* + 1. **Crucero de acero galvanizado**

El crucero de acero galvanizado es utilizado en la red de distribución de la CNFL, en sistemas de 13,8 y 34,5 kV. Dicho crucero debe contar con un diseño mecánico el cual soporta en conjunto con los aisladores sintéticos, remates preformados y aisladores tipo postes los conductores de fase del sistema.

El metal base del crucero debe ser angular de acero negro fabricado comercialmente, de una calidad y pureza tal que se garantice la calidad del producto, según lo establecido en la norma ASTM A36-12a. En la figura 3 se puede observar las dimensiones del crucero.

**Figura 3: Crucero de acero galvanizado de 2,44 m**

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Fuente: Especificación técnica crucero de 2,44 m

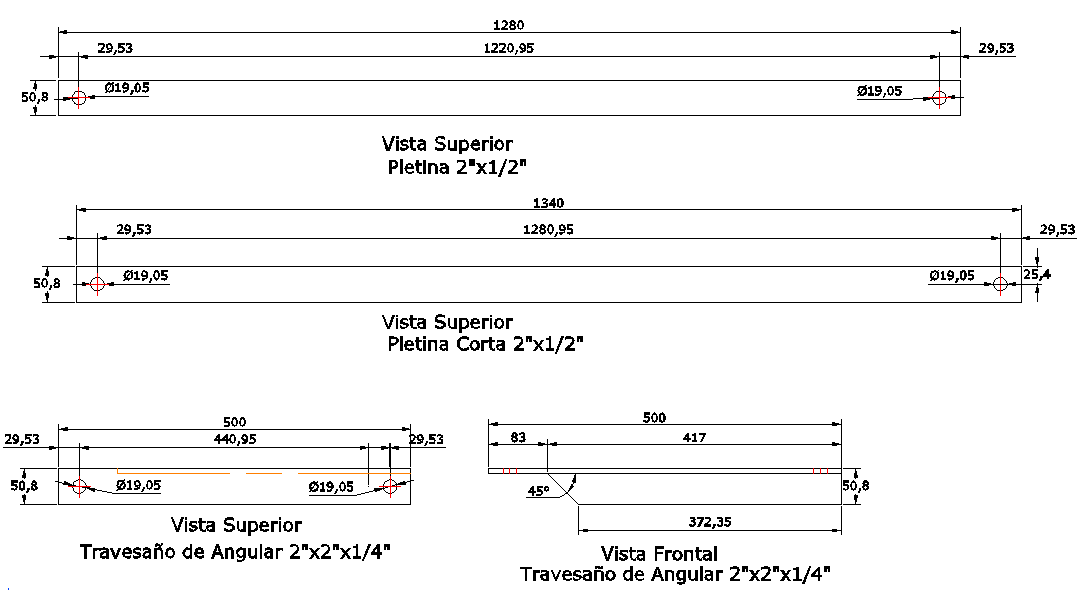
* + 1. **Soporte transversal para crucero de 2,4 m**

El soporte transversal para crucero de 2,4 m es utilizado en la red de distribución de la CNFL, en sistemas de 13,8 y 34,5 kV.

Dicho soporte debe contar con un diseño mecánico realizando su función en conjunto con el crucero, aisladores sintéticos de suspensión, los esfuerzos mecánicos en montajes de final de línea para redes con conductor 266 MCM o 477 MCM.

En la figura 4 se muestran las características de los elementos que conforman este soporte.

**Figura 4: Detalle del soporte transversal para crucero de 2,4 metros**



Patrón de fondo

Descripción generada automáticamente

Fuente: Especificación técnica de soporte transversal para crucero

* + 1. **Soporte de acero galvanizado para montaje de transformador**

Este soporte es utilizado en los transformadores tipo poste, con el fin de separarlo del poste ya sea por la instalación de un banco de transformadores o para dar espacio a otro tipo de montajes.

Existen dos tipos de soportes los cuales varía su longitud y su uso depende de la aplicación que se vaya a dar en la red de distribución. En la figura 5, se pueden observar ambos tipos de soportes.

**Figura 5: Soportes para montaje de transformador**

Forma

Descripción generada automáticamente

Fuente: Especificación técnica de soporte para transformador

Ambos soportes son construidos en angular de (62 ± 3) mm x (62 ± 3) mm en (6,2 ± 0,3) mm de espesor. La altura del soporte debe ser de 530 mm, mientras que el soporte corto de 305 mm, en los dos casos el ancho de los soportes de 780 mm.

El espesor de galvanizado promedio (de 10 mediciones) de 86 μm y un espesor mínimo aceptable de 79 μm.

* + 1. **Arriostres de 711 mm y 1500 mm**

Estos elementos sirven para dar soporte a los cruceros de acero galvanizado, en los distintos montajes de paso, aberturas y remates en sistemas de media tensión. En la tabla 21 se pueden observar las características físicas de los dos tipos de arriostre.

**Tabla 21. Características físicas de los arriostres**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Longitud (mm)** | **perfil (mm)** | **Espesor (mm)** |
| 711 | 30 | 6 |
| 1500 | 50,8 x 50,8 | 6 |

El espesor de galvanizado promedio (de 10 mediciones) de 86 μm y un espesor mínimo aceptable de 79 μm en ambos arriostres. En la figura 6 se pueden apreciar los arriostres de 711 mm y el de 1500 mm.

**Figura 6: Arriostres de 1500 mm y 711 mm.**

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza baja

Fuente: Especificación técnica de arriostres

* 1. **Aislador tipo varilla**

El aislador tipo varilla para ancla es construido de fibra de vidrio pintado con poliuretano de color gris. Los extremos del aislador tendrán horquillas y roldanas. Ambas horquillas deben tener un pasador de cabeza segmental de hierro con su respectivo pin de sujeción como se muestra en la figura 7. La unión entre la varilla y las horquillas debe evitar que la humedad penetre en las estructuras compuestas.

**Figura 7: Extremos de las varillas con y sin roldana**

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Fuente: Especificación técnica de varilla aislante

Estas varillas son utilizadas en postes en los cuales por la configuración de la red el cable de retenida pasa demasiado cerca de las líneas energizadas. Hay dos tipos de varillas que varían según su longitud la de 1981 mm y la de 1524 mm.

* 1. **Remates**

Los remates son utilizados en las líneas aéreas de distribución en montajes de remate y aberturas para sujetar el conductor.

Los remates tendrán sentido de giro hacia la derecha; para garantizar su compatibilidad con los conductores. Deben ser de hélice cerrada. En su parte interna debe contar con un compuesto abrasivo para mejorar la adherencia a la superficie del cable, el que debe cubrir todos y cada uno de los hilos que contactan con el cable. En la tabla 22 se muestran las características físicas y mecánicas de cada uno de los remates estandarizados.

**Tabla 22. Propiedades físicas y mecánicas de los remates preformados**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Conductor** | **Capacidad de soporte de tensión mínima kg (lb)** | **Rango de diámetro de remate (mm)** | | **Longitud**  **(mm)** | |
| **Mínimo** | **Máximo** | **Mínimo** | **Máximo** |
| 2 AWG | 606 (1 335) | 7,36 | 8,27 | 595 | 615 |
| 3/0 AWG | 1 363 (3 005) | 11,70 | 13,12 | 807 | 818 |
| 266 MCM | 2 177 (4 900) | 14,68 | 16,59 | 880 | 915 |
| 477 MCM | 3 669 (8 090) | 18,79 | 21,27 | 1245 | 1265 |

* 1. **Descargadores de sobretensión.**

Este es un dispositivo de protección para limitar las sobretensiones producto de diferentes fenómenos, (por ejemplo, descargas atmosféricas, operaciones de maniobra, entre otros) al descargar la corriente producida por estos a tierra, con la capacidad de repetir esta función mientras no se excedan sus límites máximos de aislamiento.

De acuerdo con lo anterior, el descargador de sobretensión opera como una impedancia infinita, es decir, no permite el flujo de corriente a través de este, mientras la tensión en sus terminales no exceda el nivel de protección seleccionado, y en caso contrario, debe permitir el paso de la corriente eléctrica, de tal manera que la tensión quede sujeta al valor del nivel de protección seleccionado (tensión de descarga). En la figura 8 se muestran los elementos que componen los descargadores de sobretensión tanto para 13,8 kV como para 34,5 kV, la imagen es representativa.

**Figura 8: Partes del descargador de sobretensión (ilustrativo)**

Diagrama, Esquemático

Descripción generada automáticamente

Fuente: Especificación técnica

* 1. **Cortacircuitos.**

En la actualidad se utilizan dos tipos de cortacircuitos en la red de distribución de la CNFL, los de tipo convencional y los que cuentan con un dispositivo extintor de arco, sobretensión tanto para 13,8 kV como para 34,5 kV. En la figura 9, se muestran los tipos de cortacircuitos.

Este tipo de elementos se utilizan como punto de desconexión de secciones, transformadora y acometida en media tensión hasta 100 A.

**Figura 9: Cortacircuitos rompecarga y con extintor de arcos**

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Fuente: Especificación técnica de cortacircuitos

Ambos tipos de cortacircuitos pueden ser fabricados de porcelana con esmaltado exterior o de hule siliconado, siempre y cuando cumplan con todas las características físicas y técnicas solicitadas por la CNFL, las cuales se describen en las especificaciones técnicas respectivas.

* 1. **Estribo atornillable.**

El estribo se utiliza en trabajos en líneas energizadas en redes de media tensión hasta 34,5 kV, para energizar equipos como transformadores, descargadores de sobretensión, equipos de medición entre otros, también para realizar derivaciones de líneas principales. Se deben utilizar pértigas aisladas para su instalación. En la figura 10 se muestra el estribo.

**Figura 10: Estribo atornillable para línea de distribución**

Imagen en blanco y negro

Descripción generada automáticamente con confianza baja

Fuente: Especificación técnica de estribo para líneas energizadas

Los dos tipos de estribos permiten colocar en la línea principal cables con un rango de calibre de 6 AWG a 2/0 AWG y también de 2/0 AWG hasta 477 MCM en AAC.

En su derivación debe permitir la colocación de gazas para línea energizada. Los estribos deben estar completamente armados con todas sus partes en el momento de ser entregados.

* 1. **Grapa de operar en línea energizada.**

Las grapas para operar en líneas energizadas se utilizan en derivaciones de línea, bajantes de transformadores y protecciones contra sobretensiones. El cuerpo de la grapa debe ser de cobre de acuerdo con la normativa ASTM B 154 o aluminio de acuerdo con la normativa ASTM B 686. En la figura 11, se muestran las dimensiones con las que se debe contar este tipo de grapas.

**Figura 11: Dimensiones de la grapa para operar en línea energizada**

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Fuente: Especificación técnica de grapa para operar línea energizada

La gaza para líneas energizadas se utiliza en montajes donde se requiera realizar una derivación o la colocación de bajantes de los diversos elementos de la red eléctrica, sin la necesidad de desenergizar el conductor principal.

1. **Distancias estandarizadas y de seguridad**

En este apartado se muestran las distancias mínimas que se deben respetar tanto para líneas de media como de baja tensión.

El objetivo es establecer una serie de distancias que garanticen la operación y el mantenimiento seguro de las redes de distribución, y además una guía para el diseño y la construcción de redes con conductores desnudos.

* 1. **Separación entre líneas energizadas y estructuras**

En la tabla 23 se muestran las distancias de separación recomendadas entre líneas de distribución de media y baja tensión con respecto a edificaciones o estructuras.

**Tabla 23.** **Distancias mínimas entre conductores de**

**líneas de distribución y edificios**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tensión (V)** | **Distancia horizontal**  **“H” en metros** | **Distancia vertical**  **“V” en metros** |
| 0-120 | 0,90 | 0,90 |
| 121 - 8700 | 1,50 | 2,40 |
| 8701- 15000 | 2,00 | 2,50 |
| 15001 – 50000 | 3,00 | 3,00 |
| 50001 – 100000 | 3,50 | 3,50 |

Fuente: (ARESEP, 2015)

Los valores de tensión mostrados se refieren a valores nominales.

* 1. **Distancias mínimas de poda de árboles y vegetación**

En este aparatado se muestran las distancias de seguridad mínimas que deben existir entre líneas energizadas y cualquier tipo de vegetación. La tabla 24 muestra las distancias mínimas permitidas para la poda de árboles o vegetación que se encuentren cercanas a la red de distribución.

**Tabla 24.** **Distancias mínimas de poda de árboles y vegetación**

|  |  |
| --- | --- |
| **Escenario** | **Distancia en metros (m)** |
| Línea de media tensión horizontal | 3 |
| Línea de media tensión inferior | 3 |
| Línea de media tensión superior | 4 |
| Línea de baja tensión (radio) | 2 |
| Línea neutro (radio) | 1,5 |

Para información más detallada sobre distancias de poda y tipos de árboles y poda, se recomienda ver el *Manual de podas en líneas eléctricas*.

* 1. **Distancias mínimas de seguridad de líneas de distribución en cruces de calle y objetos en la vía pública**

En este aparatado se muestran las distancias de seguridad mínimas de las líneas de distribución que hacen cruces de calle, así como la separación que debe existir con objetos que se encuentran presentes en la vía pública o zonas comunes. En la tabla 25 se muestran las distancias mínimas en cruces de carreteras y separaciones con objetos.

**Tabla 25.** **Distancias mínimas de líneas de distribución en cruces de calle y separación de objetos**

|  |  |
| --- | --- |
| **Escenario** | **Distancia en metros (m)** |
| Acometidas sobre calzada | 5,5 |
| Acometidas sobre aceras | 3 |
| Luminarias, carteles publicitarios | 2,6 |
| Antenas | 2,6 |
| Pendientes de terreno | 3 |
| Sobre sistemas de tracción eléctrica de ferrocarriles, líneas de tranvías o teleféricos (cruces) | 2,6 |
| Sobre sistemas de tracción eléctrica de ferrocarriles, líneas de tranvías o teleféricos (paralelas) | 2,6 |
| Respecto a estructuras fijas de instalaciones deportivas, como postes de salida y llegada, instalaciones de camping o cualquier estructura que se pueda izar o a la que se pueda subir | 4,4 |
| **Escenario** | **Distancia en metros (m)** |
| Distancia de aislamiento horizontal a todas las instalaciones de la tabla anterior | 3,6 |
| Distancia de aislamiento vertical entre el conductor más bajo de la línea superior y las partes en tensión o puestas a tierra de la línea más baja | 1 |
| Distancias de aislamiento entre los conductores de líneas pertenecientes a compañías diferentes | 1,11 |

1. **Criterios de instalación**

En este apartado se indican las condiciones generales para la instalación de redes aéreas con conductores desnudos para 13,8 kV y 34,5 kV. Se mencionan una serie de buenas prácticas de instalación de montajes creadas a partir de normas relacionadas y el criterio de experto de las partes involucradas.

Algunos detalles importantes para tomar en cuenta son:

1. El documento *Estándares constructivos redes aéreas* es de uso obligatorio para todas las zonas servidas de la CNFL que aplique este tipo de redes
2. Todos los montajes establecidos en los *Estándares constructivos redes aéreas* son para utilizar estas específicamente para conductor desnudo
3. Todos los lineamientos mencionados en este apartado son basados en la legislación vigente, normas internacionales y el criterio de experto de todas las partes involucradas en CNFL
4. Cualquier información adicional que sea requerida, en el documento se debe mencionar específicamente donde se pueden realizar las consultas
   1. **Tensiones y flechas de instalación**

Las tensiones y flechas para la instalación de los conductores son importantes debido a que los herrajes sobre los cuales son instalados deben soportar mecánicamente las tensiones aplicadas, esta condición radica no solo en el conductor sino en la capacidad de los herrajes, remates, aisladores y poste de dar soporte.

Para términos de los cálculos realizados se toma como base las siguientes condiciones:

* Temperatura de instalación
* Temperatura mínima
* Temperatura máxima
* Velocidad máxima del viento: 60 km/h

Se toma como referencia para vanos de media tensión una flecha equivalente del 1,5% del vano y en baja tensión 1,3 % del vano.

En las tablas 26, 27, 28 y 29 se muestran los resultados de las tensiones y flechas de instalación en diferentes escenarios, para cada uno de los conductores utilizados en media y baja tensión.

**Tabla 26. Temperatura, tensiones y flechas de**

**instalación para conductor 3/0 AWG media tensión**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temperatura** | **Vano en metros** | **30** | **35** | **40** | **45** | **50** | **55** |
| 15 °C | Tensión (kg) | 72 | 84 | 95 | 107 | 118 | 129 |
| Flecha (cm) | 36 | 43 | 52 | 56 | 62 | 69 |
| 20 °C | Tensión (kg) | 64 | 75 | 86 | 96 | 107 | 117 |
| Flecha (cm) | 41 | 48 | 55 | 62 | 69 | 76 |
| 25 °C | Tensión (kg) | 59 | 69 | 78 | 88 | 98 | 108 |
| Flecha (cm) | 45 | 53 | 60 | 68 | 75 | 83 |
| 30 °C | Tensión (kg) | 54 | 63 | 72 | 81 | 90 | 99 |
| Flecha (cm) | 49 | 57 | 65 | 73 | 81 | 90 |
| 35 °C | Tensión (kg) | 50 | 59 | 67 | 76 | 84 | 93 |
| Flecha (cm) | 53 | 61 | 70 | 79 | 87 | 96 |

**Tabla 27. Temperatura, tensiones y flechas de**

**instalación para conductor 266 MCM media tensión**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temperatura** | **Vano en metros** | **30** | **35** | **40** | **45** | **50** | **55** |
| 15 °C | Tensión (kg) | 85 | 98 | 113 | 125 | 140 | 153 |
| Flecha (cm) | 36 | 43 | 49 | 56 | 62 | 68 |
| 20 °C | Tensión (kg) | 76 | 87 | 101 | 112 | 126 | 137 |
| Flecha (cm) | 41 | 48 | 55 | 62 | 69 | 76 |
| 25 °C | Tensión (kg) | 69 | 80 | 92 | 103 | 115 | 126 |
| Flecha (cm) | 45 | 53 | 60 | 68 | 75 | 83 |
| 30 °C | Tensión (kg) | 63 | 73 | 84 | 94 | 106 | 116 |
| Flecha (cm) | 49 | 58 | 65 | 74 | 82 | 90 |
| 35 °C | Tensión (kg) | 59 | 68 | 79 | 88 | 99 | 108 |
| Flecha (cm) | 53 | 62 | 70 | 80 | 88 | 97 |

**Tabla 28. Temperatura, tensiones y flechas de**

**instalación para conductor 477 MCM media tensión**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temperatura** | **Vano en metros** | **30** | **35** | **40** | **45** | **50** | **55** |
| 15 °C | Tensión (kg) | 204 | 198 | 270 | 299 | 334 | 364 |
| Flecha (cm) | 37 | 52 | 50 | 56 | 62 | 69 |
| 20 °C | Tensión (kg) | 182 | 182 | 242 | 270 | 302 | 330 |
| Flecha (cm) | 41 | 56 | 55 | 63 | 69 | 76 |
| 25 °C | Tensión (kg) | 167 | 170 | 222 | 248 | 278 | 304 |
| Flecha (cm) | 45 | 53 | 60 | 68 | 75 | 83 |
| 30 °C | Tensión (kg) | 153 | 159 | 204 | 229 | 256 | 280 |
| Flecha (cm) | 49 | 54 | 65 | 74 | 81 | 90 |
| 35 °C | Tensión (kg) | 142 | 150 | 190 | 213 | 239 | 262 |
| Flecha (cm) | 53 | 68 | 70 | 79 | 87 | 96 |

**Tabla 29. Temperatura, tensiones y flechas de**

**instalación para conductor 3/0 AWG baja tensión**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temperatura** | **Vano en metros** | **30** | **35** | **40** | **45** | **50** | **55** |
| 15 °C | Tensión (kg) | 89 | 102 | 116 | 130 | 143 | 156 |
| Flecha (cm) | 30 | 35 | 40 | 46 | 51 | 57 |
| 20 °C | Tensión (kg) | 76 | 89 | 101 | 114 | 126 | 138 |
| Flecha (cm) | 35 | 41 | 46 | 52 | 58 | 64 |
| 25 °C | Tensión (kg) | 68 | 79 | 90 | 102 | 113 | 124 |
| Flecha (cm) | 39 | 45,5 | 52 | 58,5 | 65 | 71,5 |
| 30 °C | Tensión (kg) | 61 | 71 | 82 | 92 | 102 | 113 |
| Flecha (cm) | 43 | 51 | 58 | 65 | 72 | 79 |
| 35 °C | Tensión (kg) | 56 | 65 | 75 | 84 | 94 | 104 |
| Flecha (cm) | 47 | 55 | 63 | 71 | 78 | 86 |

* 1. **Estándares de media tensión**

Todos los montajes establecidos en los *Estándares constructivos de redes aéreas* son para utilizarlos en redes aéreas de conductor desnudo. A continuación, una serie de disposiciones para el diseño, construcción, supervisión y mantenimiento de este tipo de montajes:

* En todo momento se debe respetar las distancias mínimas entre líneas energizadas y estructuras
* La selección del tipo de montaje a instalar se debe realizar por medio del cambio de dirección de los conductores en el poste
* En los montajes de paso en los que el ángulo sea máximo de 5° el conductor debe instalarse en la ranura del aislador tipo poste
* En los casos en que se supere el ángulo de 5° y hasta 30° el conductor debe instalarse en el cuello del aislador en forma opuesta al esfuerzo de la línea
* En caso de realizar un empate en la línea se debe hacer al menos a 3 metros del poste y se debe evitar en todo momento que exista más de un empate por conductor
* Las conexiones al vuelo (Jumper) deben tener un máximo de altura de 1,5 m. En caso de ser postes de una misma altura se deben bajar los herrajes en los postes del conductor a energizar o de ser posible cambiar los postes por unos de menor altura
* En los montajes de abertura de 0° a 60° la tuerca de ojo debe quedar en forma horizontal, esto con el fin de evitar la deformación de la base de los aisladores de suspensión
* En las aberturas 0° a 60° siempre que no existan estructuras cercanas se debe instalar los jumpers de forma horizontal, esto con el fin de realizar los trabajos con líneas energizadas de forma más segura
* Cuando lo determine el encargado del proyecto o el inspector de la obra, se debe incluir un perno adicional a los montajes de final (media y baja tensión), en las abrazaderas cuando exista la posibilidad de una ampliación de la red
* En todos los montajes en los que se requiera utilizar tuerca de ojo se debe utilizar como complemento una contratuerca
* En los montajes trifásicos de abertura 0° a 60°, siempre que exista la posibilidad (espacio con respecto a estructuras) se deben instalar los jumpers por debajo de la mancuerna, esto con el fin facilitar las labores con líneas energizadas
* Se deben utilizar los montajes de tiro flojo, únicamente cuando no exista la posibilidad de instalar un poste al otro lado de la calle
  1. **Estándares de baja tensión**
* Todos los montajes establecidos en los *Estándares constructivos de redes aéreas,* son para utilizar en redes aéreas para conductor desnudo. A continuación, una serie de disposiciones para el diseño, construcción, supervisión y mantenimiento de este tipo de montajes
* En esta sección se presentan una serie de buenas prácticas de instalación y aplicación de los montajes de baja tensión de manera que brinden calidad y continuidad del servicio. A continuación, se enumeran algunos de estos:
* El neutro en las líneas de distribución debe instalarse a 8,4 m sobre el nivel de piso y las fases 20 cm abajo
* El neutro debe aterrizarse en todos los montajes de remate o bien en las aberturas en las que existan líneas secundarias
* En las líneas secundarias se deben instalar distanciadores plásticos para garantizar la separación correcta entre fases y entre fases y neutro
* Los distanciadores se deben instalar cada 10 m o en los lugares donde se requiera instalar una acometida
* El número de servicios máximo por distanciador plástico es de 4, (dos por cada lado) esto con el fin de facilitar las labores de mantenimiento y averías de la red
* Los conductores de acometidas en cruces de calle nunca deben estar por debajo de los 5,5 m sobre el nivel de la calzada
* En todos los montajes que no exista cambio de dirección en la línea el conductor, debe instalarse por fuera del aislador
* Cuando exista un cambio de dirección en la línea el conductor debe instalarse en la parte opuesta de la fuerza en el aislador
  1. **Estándares de anclajes**

En este apartado se muestra las diferentes condiciones que sirven de referencia a la hora de diseñar o ejecutar una obra de media y baja tensión, referente a las distancias mínimas de instalación de los anclajes estandarizados.

Cabe destacar, que únicamente se presentan los escenarios más comunes utilizados en la red de distribución.

Para determinar las distancias mínimas de anclaje se consideraron los siguientes aspectos bases para el cálculo:

* Temperatura de instalación 25°C
* Flecha de instalación 1,3 % la longitud del vano para conductores de energía de media y baja tensión
* Flecha de instalación 1,8 % para los cables de telecomunicaciones
* Velocidad máxima del viento 60 km/h
* Temperatura mínima 10 °C
* Para vanos de menos de 35 m se deben utilizar los valores de 35 m
* En las tablas de distancias, se incluye entre paréntesis la cantidad de cables de ancla requeridos para la media tensión. Para baja tensión (NAB) se utiliza un cable de ancla en todos los escenarios
* No se consideran los cables de ancla de las telecomunicaciones. Si se considera el efecto de las telecomunicaciones en la varilla (ya que la varilla utilizada es la que instala la CNFL y el cable, lo coloca las empresas de telecomunicaciones)
* Para los cables de telecomunicaciones se establecieron dos escenarios de análisis, los cuales se mencionan a continuación

Escenario 1: el poste debe tener 10 abrazaderas con cables de telecomunicaciones:

* 2 abrazaderas con un cable de acero de 6,35 mm de diámetro y 4 cables de fibra óptica cada uno. Se utiliza fibra óptica marca Draka de 74-96 fibras y 15 mm de diámetro
* 5 abrazaderas con dos cables de fibra óptica autosoportada cada una. Se utiliza fibra óptica autosoportada marca Draka vano máximo 200 m
* 3 abrazaderas con un cable de fibra óptica autosoportada cada una. Se utiliza fibra óptica autosoportada marca Draka vano máximo 200 m

Escenario 2: el poste debe tener 20 abrazaderas con cables de telecomunicaciones:

* 5 abrazaderas con un cable de acero de 6,35 mm de diámetro y 4 cables de fibra óptica cada uno. Se utiliza fibra óptica marca Draka de 74-96 fibras y 15 mm de diámetro
* 10 abrazaderas con dos cables de fibra óptica autosoportada cada una. Se utiliza fibra óptica autosoportada marca Draka vano máximo 200 m
* 5 abrazaderas con un cable de fibra óptica autosoportada cada una. Se utiliza fibra óptica autosoportada marca Draka vano máximo 200 m

De acuerdo con los criterios establecidos, se determinan las distancias mínimas para las 4 posibilidades de anclaje estandarizadas en la CNFL:

* Anclajes convencionales
* Brazo de ancla
* Poste de retenida (stub) con anclaje convencional
* Poste de retenida (stub) con brazo de ancla
  + 1. **Anclajes convencionales**

En la figura 12 se muestra la distancia mínima a la que se hace referencia para anclajes convencionales.

**Figura 12: Distancia mínima de anclaje**



Fuente: Estándares constructivos de redes aéreas

Los valores mostrados en las tablas son mínimos. En caso de que las condiciones del sitio lo permitan, se recomienda utilizar distancias mayores, siendo ideal la distancia que forme un ángulo de 45° con la horizontal (por las condiciones topológicas y urbanas de la red de la CNFL, son excepciones los sitios donde se puedan utilizar esas distancias).

En las tablas 30, 31, 32, 33, 34 y 35 se muestran las distancias mínimas de la distancia de los anclajes convencionales en los escenarios más utilizados en la red de distribución.

**Tabla 30. Distancia mínima de anclaje. MT monofásico 3/0 AWG, BT NAB y T1**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **10** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **15** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,7(1)/ - |
| **20** | 0,6(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,8(1)/0,5(1) | 0,9(1)/0,6(1) |
| **25** | 0,7(1)/ - | 0,8(1)/0,5(1) | 0,8(1)/0,6(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,6(1) | 1,1(1)/0,7(1) |
| **30** | 0,8(1)/0,5(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,6(1) | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,8(1) |
| **35** | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,7(1) | 1,1(1)/0,7(1) | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,4(1)/0,9(1) |
| **40** | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,5(1)/1,0(1) | 1,6(1)/1,1(1) |
| **45** | 1,2(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,9(1) | 1,5(1)/0,9(1) | 1,6(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,8(1)/1,2(1) |
| **50** | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,6(1)/1,0(1) | 1,8(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) |
| **55** | 1,4(1)/0,9(1) | 1,6(1)/1,0(1) | 1,8(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,1(1)/1,3(1) | 2,2(1)/1,4(1) |
| **60** | 1,5(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,1(1)/1,3(1) | 2,3(1)/1,4(1) | 2,4(1)/1,5(1) |
| **Remate** | 1,5(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,1(1)/1,3(1) | 2,3(1)/1,4(1) | 2,4(1)/1,5(1) |

**Tabla 31. Distancia mínima de anclaje. MT monofásico 3/0 AWG, BT NAB y T2**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **10** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - |
| **15** | 0,7(1)/ - | 0,8(1)/0,5(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,7(1) | 1,1(1)/0,7(1) |
| **20** | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,7(1) | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,5(1)/0,9(1) |
| **25** | 1,2(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,6(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,8(1)/1,2(1) |
| **30** | 1,4(1)/0,9(1) | 1,5(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,2(1)/1,4(1) |
| **35** | 1,6(1)/1,0(1) | 1,8(1)/1,1(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,2(1)/1,4(1) | 2,4(1)/1,5(1) | 2,6(1)/1,6(1) |
| **40** | 1,8(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,3(1)/1,4(1) | 2,5(1)/1,6(1) | 2,7(1)/1,7(1) | 3,0(1)/1,8(1) |
| **45** | 2,1(1)/1,3(1) | 2,3(1)/1,5(1) | 2,6(1)/1,6(1) | 2,8(1)/1,8(1) | 3,1(1)/1,9(1) | 3,4(1)/2,1(1) |
| **50** | 2,3(1)/1,4(1) | 2,6(1)/1,6(1) | 2,9(1)/1,8(1) | 3,2(1)/2,0(1) | 3,5(1)/2,1(1) | 3,8(1)/2,3(1) |
| **55** | 2,5(1)/1,6(1) | 2,8(1)/1,8(1) | 3,2(1)/2,0(1) | 3,5(1)/2,1(1) | 3,9(1)/2,3(1) | 4,2(1)/2,5(1) |
| **60** | 2,7(1)/1,7(1) | 3,1(1)/1,9(1) | 3,5(1)/2,1(1) | 3,8(1)/2,3(1) | 4,3(1)/2,5(1) | 4,6(1)/2,7(1) |
| **Remate** | 2,7(1)/1,7(1) | 3,1(1)/1,9(1) | 3,5(1)/2,1(1) | 3,8(1)/2,3(1) | 4,3(1)/2,5(1) | 4,6(1)/2,7(1) |

**Tabla 32. Distancia mínima de anclaje. MT trifásico 3/0 AWG, BT NAB y T1**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **10** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **15** | 0,5(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,7(1)/0,5(1) | 0,7(1)/0,5(1) | 0,8(1)/0,5(1) |
| **20** | 0,7(1)/0,5(1) | 0,7(1)/0,5(1) | 0,8(1)/0,5(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,7(1) |
| **25** | 0,8(1)/0,6(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,7(1) | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,8(1) |
| **30** | 1,0(1)/0,7(1) | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,9(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,5(1)/1,0(1) |
| **35** | 1,1(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,5(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,8(1)/1,1(1) |
| **40** | 1,3(1)/0,9(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,6(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(2) |
| **45** | 1,4(1)/1,0(1) | 1,6(1)/1,0(1) | 1,8(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,1(1)/1,4(1) | 2,3(1)/1,4(2) |
| **50** | 1,6(1)/1,0(1) | 1,8(1)/ 1,1(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,1(1)/1,4(1) | 2,3(1)/1,5(1) | 2,5(1)/1,6(2) |
| **55** | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/ 1,1(1) | 2,2(1)/1,4(1) | 2,4(1)/1,5(1) | 2,6(1)/1,6(1) | 2,8(1)/1,7(2) |
| **60** | 1,9(1)/1,2(1) | 2,1(1)/ 1,3(1) | 2,3(1)/1,5(1) | 2,6(1)/1,6(1) | 2,8(1)/1,8(1) | 3,0(1)/1,9(2) |
| **Remate** | 1,9(1)/1,2(1) | 2,1(1)/ 1,3(1) | 2,3(1)/1,5(1) | 2,6(1)/1,6(1) | 2,8(1)/1,8(1) | 3,0(1)/1,9(2) |

**Tabla 33. Distancia mínima de anclaje. MT trifásico 3/0 AWG, BT NAB y T2**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **10** | 0,6(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,8(1)/0,6(1) | 0,8(1)/0,6(1) |
| **15** | 0,8(1)/0,6(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,6(1) | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) | 1,2(1)/0,8(1) |
| **20** | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/1,0(1) | 1,5(1)/1,0(1) | 1,6(1)/1,1(1) |
| **25** | 1,3(1)/0,8(1) | 1,5(1)/0,9(1) | 1,6(1)/1,0(1) | 1,8(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,1(1)/1,3(1) |
| **30** | 1,6(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,1(1)/1,3(1) | 2,3(1)/1,5(1) | 2,5(1)/1,6(1) |
| **35** | 1,8(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,3(1)/1,4(1) | 2,5(1)/1,6(1) | 2,7(1)/1,7(1) | 2,9(1)/1,8(1) |
| **40** | 2,1(1)/1,3(1) | 2,3(1)/1,5(1) | 2,6(1)/1,6(1) | 2,8(1)/1,8(1) | 3,1(1)/1,9(1) | 3,4(1)/2,1(1) |
| **45** | 2,3(1)/1,5(1) | 2,6(1)/1,6(1) | 2,9(1)/1,8(1) | 3,2(1)/2,0(1) | 3,5(1)/2,2(1) | 3,9(1)/2,3(1) |
| **50** | 2,6(1)/1,6(1) | 2,9(1)/1,8(1) | 3,3(1)/2,0(1) | 3,6(1)/2,2(1) | 4,0(1)/2,4(1) | 4,3(1)/2,6(1) |
| **55** | 2,8(1)/1,8(1) | 3,2(1)/2,0(1) | 3,6(1)/2,2(1) | 4,0(1)/2,4(1) | 4,5(1)/2,7(1) | 4,9(1)/2,9(1) |
| **60** | 3,1(1)/1,9(1) | 3,5(1)/2,2(1) | 4,0(1)/2,4(1) | 4,4(1)/2,6(1) | 4,9(1)/2,9(1) | 5,4(1)/3,1(1) |
| **Remate** | 3,1(1)/1,9(1) | 3,5(1)/2,2(1) | 4,0(1)/2,4(1) | 4,4(1)/2,6(1) | 4,9(1)/2,9(1) | 5,4(1)/3,1(1) |

**Tabla 34. Distancia mínima de anclaje. MT trifásico 477 MCM, BT NAB y T1**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **10** | 0,6(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,7(2)/ - | 0,7(2)/ - | 0,8(2)/ - |
| **15** | 0,7(2)/ - | 0,8(2)/0,7(2) | 0,9(2)/ 0,7(2) | 1,0(2)/0,7(2) | 1,0(2)/0,7(2) | 1,1(2)/0,7(2) |
| **20** | 0,9(2)/0,7(2) | 1,0(2)/0,7(2) | 1,2(2)/0,80(2) | 1,3(2)/0,8(2) | 1,4(2)/0,9(2) | 1,5(2)/1,0(2) |
| **25** | 1,2(2)/0,8(2) | 1,3(2)/0,8(2) | 1,4(2)/0,9(2) | 1,6(2)/1,0(2) | 1,7(2)/1,1(2) | 1,8(2)/1,2(2) |
| **30** | 1,4(2)/0,9(2) | 1,5(2)/1,0(2) | 1,7(2)/1,1(2) | 1,9(2)/1,2(2) | 2,1(2)/1,3(2) | 2,2(2)/1,4(2) |
| **35** | 1,6(2)/1,0(2) | 1,8(2)/1,2(2) | 2,0(2)/1,3(2) | 2,2(2)/1,4(2) | 2,4(2)/1,5(2) | 2,6(2)/1,6(2) |
| **40** | 1,8(2)/1,2(2) | 2,1(2)/1,3(2) | 2,3(2)/1,5(2) | 2,5(2)/1,6(2) | 2,7(2)/1,7(2) | 3,0(2)/1,9(2) |
| **45** | 2,1(2)/1,3(2) | 2,3(2)/1,5(2) | 2,6(2)/1,6(2) | 2,8(2)/1,8(2) | 3,1(2)/1,9(2) | 3,3(2)/2,1(2) |
| **50** | 2,3(2)/1,5(2) | 2,6(2)/1,6(2) | 2,9(2)/1,8(2) | 3,1(2)/2,0(2) | 3,5(2)/2,1(2) | 3,7(2)/2,3(2) |
| **55** | 2,5(2)/1,6(2) | 2,8(2)/1,8(2) | 3,1(2)/2,0(2) | 3,5(2)/2,2(2) | 3,8(2)/2,4(2) | 4,1(2)/2,5(2) |
| **60** | 2,7(2)/1,7(2) | 3,1(2)/1,9(2) | 3,4(2)/2,1(2) | 3,8(2)/2,3(2) | 4,2(2)/2,6(2) | 4,6(2)/2,7(2) |
| **Remate** | 2,7(2)/1,7(2) | 3,1(2)/1,9(2) | 3,4(2)/2,1(2) | 3,8(2)/2,3(2) | 4,2(2)/2,6(2) | 4,6(2)/2,7(2) |

**Tabla 35. Distancia mínima de anclaje. MT trifásico 477 MCM, BT NAB y T2**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,6(1)/ - |
| **10** | 0,7(1)/ - | 0,8(1)/ - | 0,8(1)/ - | 0,9(1)/0,7(2) | 1,0(1)/0,7(2) | 1,1(1)/0,7(2) |
| **15** | 1,0(1)/ 0,7(2) | 1,1(1)/0,7(2) | 1,2(1)/-0,8(2) | 1,4(1)/0,9(2) | 1,5(1)/1,0(2) | 1,6(1)/1,0(2) |
| **20** | 1,3(1)/0,9(2) | 1,5(1)/1,0(2) | 1,6(1)/1,1(2) | 1,8(1)/1,2(2) | 2,0(1)/1,3(2) | 2,1(1)/1,3(2) |
| **25** | 1,7(1)/1,1(2) | 1,8(1)/1,2(2) | 2,1(1)/1,3(2) | 2,3(1)/1,4(2) | 2,5(1)/1,6(2) | 2,6(1)/1,7(2) |
| **30** | 2,0(1)/1,3(2) | 2,2(1)/1,4(2) | 2,5(1)/1,6(2) | 2,7(1)/1,7(2) | 3,0(1)/1,9(2) | 3,2(1)/2,0(2) |
| **35** | 2,3(1)/1,5(2) | 2,6(1)/1,6(2) | 2,9(1)/1,8(2) | 3,2(1)/2,0(2) | 3,5(1)/2,2(2) | 3,8(1)/2,3(2) |
| **40** | 2,7(1)/1,7(2) | 3,0(1)/1,9(2) | 3,3(1)/2,1(2) | 3,7(1)/2,3(2) | 4,1(1)/2,5(2) | 4,4(1)/2,7(2) |
| **45** | 3,0(1)/1,9(2) | 3,4(1)/2,1(2) | 3,8(1)/2,3(2) | 4,2(1)/2,6(2) | 4,7(1)/2,8(2) | 5,1(1)/3,0(2) |
| **50** | 3,3(1)/2,1(2) | 3,8(1)/2,3(2) | 4,3(1)/2,6(2) | 4,8(1)/2,8(2) | 5,4(1)/3,1(2) | 5,9(1)/3,4(2) |
| **55** | 3,7(1)/2,3(2) | 4,2(1)/2,5(2) | 4,8(1)/2,8(2) | 5,4(1)/3,1(2) | 6,1(1)/3,5(2) | 6,7(1)/3,7(2) |
| **60** | 4,1(1)/2,5(2) | 4,6(1)/2,8(2) | 5,3(1)/3,1(2) | 6,0(1)/3,4(2) | 6,9(1)/3,8(2) | 7,7(1)/4,1(2) |
| **Remate** | 4,1(1)/2,5(2) | 4,6(1)/2,8(2) | 5,3(1)/3,1(2) | 6,0(1)/3,4(2) | 6,9(1)/3,8(2) | 7,7(1)/4,1(2) |

* + 1. **Anclajes con brazo de ancla**

El tamaño mínimo de brazo al que se hace referencia en las tablas, es la distancia horizontal o nominal del brazo de acera. En la figura 13 se muestra un esquema del anclaje y la distancia “x”.

**Figura 13: Tamaño mínimo de brazo de acera**

Forma, Rectángulo

Descripción generada automáticamente

Los valores mostrados en las tablas son mínimos. En caso de que las condiciones del sitio lo permitan, se recomienda utilizar brazos de mayor tamaño (excepto para el brazo de 1,75m).

En las tablas 36, 37, 38, 39, 40 y 41 se muestran los tamaños mínimos de brazos de ancla en los escenarios más utilizados en la red de distribución.

**Tabla 36. Tamaño mínimo de brazo de acera. MT monofásico 3/0 AWG, BT NAB y T1**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **10** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **15** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **20** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **25** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **30** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **35** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **40** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **45** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **50** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **55** | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **60** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **Remate** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) |

**Tabla 37. Tamaño mínimo de brazo de acera. MT monofásico 3/0 AWG, BT NAB y T2**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **10** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **15** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **20** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **25** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **30** | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **35** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **40** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **45** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) |
| **50** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) |
| **55** | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) |
| **60** | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) |
| **Remate** | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) |

**Tabla 38. Tamaño mínimo de brazo de acera. MT trifásico 3/0 AWG, BT NAB y T1**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **10** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **15** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **20** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **25** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **30** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) |
| **35** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **40** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **45** | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) |
| **50** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **55** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **60** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **Remate** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |

**Tabla 39. Tamaño mínimo de brazo de acera. MT trifásico 3/0 AWG, BT NAB y T2**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **10** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **15** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **20** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **25** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **30** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **35** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **40** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) |
| **45** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) |
| **50** | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) |
| **55** | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) |
| **60** | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) |
| **Remate** | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) |

**Tabla 40. Tamaño mínimo de brazo de acera. MT trifásico 477 AWG, BT NAB y T1**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **10** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **15** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **20** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(2)/ - | 0,9(2)/ - | 0,9(2)/ - | 1,35(1)/0,9(2) |
| **25** | 0,9(2)/ - | 0,9(2)/ - | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(2)/0,9(2) |
| **30** | 0,9(2)/ - | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(2)/0,9(2) | 1,35(2)/0,9(2) | 1,35(2)/0,9(2) |
| **35** | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(2)/0,9(2) | 1,35(2)/0,9(2) | 1,35(2)/0,9(2) | 1,75(2)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) |
| **40** | 1,35(2)/0,9(2) | 1,35(2)/0,9(2) | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) |
| **45** | 1,35(2)/0,9(2) | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,35(2) |
| **50** | 1,75(2)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,75(2) |
| **55** | 1,75(2)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) |
| **60** | 1,75(2)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) |
| **Remate** | 1,75(2)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) |

**Tabla 41. Tamaño mínimo de brazo de acera. MT trifásico 477 AWG, BT NAB y T2**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **10** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **15** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **20** | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) |
| **25** | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(2) |
| **30** | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(1)/1,35(2) | - /1,35(2) |
| **35** | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(1)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,75(2) |
| **40** | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(1)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) |
| **45** | 1,75(1)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) |
| **50** | - /1,35(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - | - |
| **55** | - /1,35(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - | - | - |
| **60** | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - | - | - |
| **Remate** | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - | - | - |

* + 1. **Poste de retenida (stub) con anclaje convencional**

El tamaño mínimo de brazo al que se hace referencia en las tablas, es la distancia horizontal o nominal del brazo de acera. En la figura 14 se muestra un esquema del anclaje y la distancia

**Figura 14: Distancia mínima de anclaje con stub**



Fuente: Estándares constructivos de redes aéreas

En las tablas 42, 43, 44, 45, 46 y 47 se muestran las distancias mínimas para postes de retenida con anclajes convencionales en los escenarios más utilizados en la red de distribución.

**Tabla 42. Distancia mínima de anclaje con stub. MT monofásico 3/0 AWG, BT NAB y T1**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **10** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **15** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,6(1)/ - |
| **20** | 0,6(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,8(1)/0,5(1) | 0,8(1)/0,6(1) |
| **25** | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,8(1)/0,5(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,7(1) |
| **30** | 0,8(1)/0,5(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,6(1) | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) |
| **35** | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,7(1) | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,9(1) | 1,4(1)/0,9(1) |
| **40** | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,5(1)/1,0(1) | 1,6(1)/1,0(1) |
| **45** | 1,2(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,6(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,8(1)/1,2(1) |
| **50** | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,6(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) |
| **55** | 1,4(1)/0,9(1) | 1,6(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,1(1)/1,3(1) | 2,2(1)/1,4(1) |
| **60** | 1,5(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,2(1)/1,4(1) | 2,4(1)/1,5(1) |
| **Remate** | 1,5(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,2(1)/1,4(1) | 2,4(1)/1,5(1) |

**Tabla 43. Distancia mínima de anclaje con stub. MT monofásico 3/0 AWG, BT NAB y T2**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **10** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - |
| **15** | 0,7(1)/ - | 0,8(1)/0,5(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,7(1) | 1,1(1)/0,7(1) |
| **20** | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,7(1) | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,4(1)/0,9(1) |
| **25** | 1,1(1)/0,7(1) | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,5(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,8(1)/1,2(1) |
| **30** | 1,4(1)/0,9(1) | 1,5(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,2(1)/1,4(1) |
| **35** | 1,6(1)/1,0(1) | 1,8(1)/1,1(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,2(1)/1,4(1) | 2,4(1)/1,5(1) | 2,5(1)/1,6(1) |
| **40** | 1,8(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,3(1)/1,4(1) | 2,5(1)/1,6(1) | 2,7(1)/1,7(1) | 2,9(1)/1,8(1) |
| **45** | 2,0(1)/1,3(1) | 2,3(1)/1,4(1) | 2,5(1)/1,6(1) | 2,8(1)/1,8(1) | 3,1(1)/1,9(1) | 3,3(1)/2,0(1) |
| **50** | 2,3(1)/1,4(1) | 2,5(1)/1,6(1) | 2,8(1)/1,8(1) | 3,2(1)/1,9(1) | 3,4(1)/2,1(1) | 3,7(1)/2,3(1) |
| **55** | 2,5(1)/1,6(1) | 2,8(1)/1,7(1) | 3,1(1)/1,9(1) | 3,5(1)/2,1(1) | 3,8(1)/2,3(1) | 4,2(1)/2,5(1) |
| **60** | 2,7(1)/1,7(1) | 3,0(1)/1,9(1) | 3,4(1)/2,1(1) | 3,8(1)/2,3(1) | 4,2(1)/2,5(1) | 4,6(1)/2,7(1) |
| **Remate** | 2,7(1)/1,7(1) | 3,0(1)/1,9(1) | 3,4(1)/2,1(1) | 3,8(1)/2,3(1) | 4,2(1)/2,5(1) | 4,6(1)/2,7(1) |

**Tabla 44. Distancia mínima de anclaje con stub. MT monofásico 3/0 AWG, BT NAB y T1**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **10** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **15** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,6(1)/ - |
| **20** | 0,6(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,8(1)/0,5(1) | 0,8(1)/0,6(1) |
| **25** | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,8(1)/0,5(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,7(1) |
| **30** | 0,8(1)/0,5(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,6(1) | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) |
| **35** | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,7(1) | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,9(1) | 1,4(1)/0,9(1) |
| **40** | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,5(1)/1,0(1) | 1,6(1)/1,0(1) |
| **45** | 1,2(1)/0,8(1) | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,6(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,8(1)/1,2(1) |
| **50** | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,6(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) |
| **55** | 1,4(1)/0,9(1) | 1,6(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,1(1)/1,3(1) | 2,2(1)/1,4(1) |
| **60** | 1,5(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,2(1)/1,4(1) | 2,4(1)/1,5(1) |
| **Remate** | 1,5(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,2(1)/1,4(1) | 2,4(1)/1,5(1) |

**Tabla 45. Distancia mínima de anclaje con stub. MT monofásico 3/0 AWG, BT NAB y T2**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **10** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - |
| **15** | 0,7(1)/ - | 0,8(1)/0,5(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,7(1) | 1,1(1)/0,7(1) |
| **20** | 0,9(1)/0,6(1) | 1,0(1)/0,7(1) | 1,1(1)/0,7(1) | 1,2(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,4(1)/0,9(1) |
| **25** | 1,1(1)/0,7(1) | 1,3(1)/0,8(1) | 1,4(1)/0,9(1) | 1,5(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,8(1)/1,2(1) |
| **30** | 1,4(1)/0,9(1) | 1,5(1)/1,0(1) | 1,7(1)/1,1(1) | 1,9(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,2(1)/1,4(1) |
| **35** | 1,6(1)/1,0(1) | 1,8(1)/1,1(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,2(1)/1,4(1) | 2,4(1)/1,5(1) | 2,5(1)/1,6(1) |
| **40** | 1,8(1)/1,2(1) | 2,0(1)/1,3(1) | 2,3(1)/1,4(1) | 2,5(1)/1,6(1) | 2,7(1)/1,7(1) | 2,9(1)/1,8(1) |
| **45** | 2,0(1)/1,3(1) | 2,3(1)/1,4(1) | 2,5(1)/1,6(1) | 2,8(1)/1,8(1) | 3,1(1)/1,9(1) | 3,3(1)/2,0(1) |
| **50** | 2,3(1)/1,4(1) | 2,5(1)/1,6(1) | 2,8(1)/1,8(1) | 3,2(1)/1,9(1) | 3,4(1)/2,1(1) | 3,7(1)/2,3(1) |
| **55** | 2,5(1)/1,6(1) | 2,8(1)/1,7(1) | 3,1(1)/1,9(1) | 3,5(1)/2,1(1) | 3,8(1)/2,3(1) | 4,2(1)/2,5(1) |
| **60** | 2,7(1)/1,7(1) | 3,0(1)/1,9(1) | 3,4(1)/2,1(1) | 3,8(1)/2,3(1) | 4,2(1)/2,5(1) | 4,6(1)/2,7(1) |
| **Remate** | 2,7(1)/1,7(1) | 3,0(1)/1,9(1) | 3,4(1)/2,1(1) | 3,8(1)/2,3(1) | 4,2(1)/2,5(1) | 4,6(1)/2,7(1) |

**Tabla 46. Distancia mínima de anclaje con stub. MT trifásico 477 MCM, BT NAB y T1**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - |
| **10** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,6(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - |
| **15** | 0,7(1)/ - | 0,8(1)/0,5(2) | 0,9(1)/0,5(2) | 0,9(1)/0,6(2) | 1,0(1)/0,6(2) | 1,0(2)/0,7(2) |
| **20** | 0,9(1)/0,6(2) | 1,0(1)/0,6(2) | 1,1(1)/0,7(2) | 1,2(1)/0,8(2) | 1,3(2)/0,8(2) | 1,4(2)/0,9(2) |
| **25** | 1,1(2)/0,7(2) | 1,2(2)/0,8(2) | 1,3(2)/0,9(2) | 1,4(2)/0,9(2) | 1,6(2)/1,0(2) | 1,7(2)/1,1(2) |
| **30** | 1,3(2)/0,8(2) | 1,4(2)/0,9(2) | 1,6(2)/1,0(2) | 1,7(2)/1,1(2) | 1,9(2)/1,2(2) | 2,0(2)/1,3(2) |
| **35** | 1,5(2)/1,0(2) | 1,7(2)/1,1(2) | 1,8(2)/1,2(2) | 2,0(2)/1,3(2) | 2,2(2)/1,4(2) | 2,4(2)/1,5(2) |
| **40** | 1,7(2)/1,1(2) | 1,9(2)/1,2(2) | 2,1(2)/1,3(2) | 2,3(2)/1,5(2) | 2,5(2)/1,6(2) | 2,7(2)/1,7(2) |
| **45** | 1,9(2)/1,2(2) | 2,1(2)/1,4(2) | 2,4(2)/1,5(2) | 2,6(2)/1,6(2) | 2,9(2)/1,8(2) | 3,1(2)/1,9(2) |
| **50** | 2,1(2)/1,3(2) | 2,4(2)/1,5(2) | 2,6(2)/1,7(2) | 2,9(2)/1,8(2) | 3,2(2)/2,0(2) | 3,4(2)/2,1(2) |
| **55** | 2,3(2)/1,5(2) | 2,6(2)/1,6(2) | 2,9(2)/1,8(2) | 3,2(2)/2,0(2) | 3,5(2)/2,2(2) | 3,8(2)/2,3(2) |
| **60** | 2,5(2)/1,6(2) | 2,8(2)/1,8(2) | 3,2(2)/2,0(2) | 3,5(2)/2,2(2) | 3,9(2)/2,4(2) | 4,2(2)/2,5(2) |
| **Remate** | 2,5(2)/1,6(2) | 2,8(2)/1,8(2) | 3,2(2)/2,0(2) | 3,5(2)/2,2(2) | 3,9(2)/2,4(2) | 4,2(2)/2,5(2) |

**Tabla 47. Distancia mínima de anclaje con stub. MT trifásico 477 MCM,**

**BT NAB y T2**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,5(1)/ - | 0,6(1)/ - |
| **10** | 0,7(1)/ - | 0,7(1)/ - | 0,8(1)/0,5(2) | 0,9(1)/0,6(1) | 0,9(1)/0,6(2) | 1,0(1)/0,7(1) |
| **15** | 1,0(1)/ 0,6(2) | 1,1(1)/0,7(2) | 1,2(1)/0,8(2) | 1,3(1)/0,8(2) | 1,4(1)/0,9(2) | 1,5(1)/1,0(2) |
| **20** | 1,3(1)/0,8(2) | 1,4(1)/0,9(2) | 1,6(1)/1,0(2) | 1,7(1)/1,1(2) | 1,8(1)/1,2(2) | 2,0(1)/1,3(2) |
| **25** | 1,6(1)/1,0(2) | 1,7(1)/1,1(2) | 1,9(1)/1,2(2) | 2,1(1)/1,4(2) | 2,3(1)/1,5(2) | 2,5(1)/1,6(2) |
| **30** | 1,9(1)/1,2(2) | 2,1(1)/1,3(2) | 2,3(1)/1,5(2) | 2,6(1)/1,6(2) | 2,8(1)/1,8(2) | 3,0(1)/1,9(2) |
| **35** | 2,2(1)/1,4(2) | 2,4(1)/1,5(2) | 2,7(1)/1,7(2) | 3,0(1)/1,9(2) | 3,3(1)/2,1(2) | 3,6(1)/2,2(2) |
| **40** | 2,5(1)/1,6(2) | 2,8(1)/1,8(2) | 3,2(1)/2,0(2) | 3,5(1)/2,1(2) | 3,9(1)/2,3(2) | 4,2(1)/2,5(2) |
| **45** | 2,8(1)/1,8(2) | 3,2(1)/2,0(2) | 3,6(1)/2,2(2) | 4,0(1)/2,4(2) | 4,4(1)/2,6(2) | 4,8(1)/2,8(2) |
| **50** | 3,2(1)/2,0(2) | 3,6(1)/2,2(2) | 4,0(1)/2,4(2) | 4,5(1)/2,7(2) | 5,0(1)/2,9(2) | 5,5(1)/3,2(2) |
| **55** | 3,5(1)/2,1(2) | 4,0(1)/2,4(2) | 4,5(1)/2,7(2) | 5,1(1)/3,0(2) | 5,7(1)/3,3(2) | 6,3(1)/3,5(2) |
| **60** | 3,8(1)/2,3(2) | 4,4(1)/2,6(2) | 5,0(1)/2,9(2) | 5,7(1)/3,2(2) | 6,4(1)/3,6(2) | 7,2(1)/3,9(2) |
| **Remate** | 3,8(1)/2,3(2) | 4,4(1)/2,6(2) | 5,0(1)/2,9(2) | 5,7(1)/3,2(2) | 6,4(1)/3,6(2) | 7,2(1)/3,9(2) |

* + 1. **Poste de retenida (stub) con brazo de ancla**

El tamaño mínimo de brazo al que se hace referencia en las tablas, es la distancia horizontal o nominal del brazo de acera. En la figura 15 se muestra un esquema del anclaje con stub y brazo y la distancia “x”.

**Figura 15: Tamaño mínimo de brazo de acera con stub**



Los valores mostrados en las tablas son mínimos. En caso de que las condiciones del sitio lo permitan, se recomienda utilizar brazos de mayor tamaño (excepto para el brazo de 1,75 m).

Se recomienda que la altura mínima de la abrazadera inferior del brazo de ancla sea 2,6 m. Para todos los casos, el cable de acero que va del poste al stub, es solo un cable de acero para cada carga.

En las tablas 48, 49, 50, 51, 52 y 53 se muestran los tamaños mínimos de brazos de ancla en postes de retenida en los escenarios más utilizados en la red de distribución.

**Tabla 48. Tamaño mínimo de brazo de acera con stub. MT monofásico 3/0 AWG,**

**BT NAB y T1**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **10** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **15** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **20** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **25** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **30** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **35** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **40** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) |
| **45** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **50** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **55** | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **60** | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **Remate** | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |

**Tabla 49. Tamaño mínimo de brazo de acera con stub. MT monofásico 3/0 AWG,**

**BT NAB y T2**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **10** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **15** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **20** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **25** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **30** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **35** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **40** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **45** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **50** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) |
| **55** | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) |
| **60** | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) |
| **Remate** | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) |

**Tabla 50. Tamaño mínimo de brazo de acera con stub. MT trifásico 3/0 AWG,**

**BT NAB y T1**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **10** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **15** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **20** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **25** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **30** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **35** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **40** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **45** | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(2) |
| **50** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/0,9(1) |
| **55** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **60** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **Remate** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |

**Tabla 51. Tamaño mínimo de brazo de acera con stub. MT trifásico 3/0 AWG,**

**BT NAB y T2**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **10** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **15** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **20** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) |
| **25** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **30** | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) |
| **35** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **40** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **45** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) |
| **50** | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) |
| **55** | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) |
| **60** | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) |
| **Remate** | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,35(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) | - /1,75(1) |

**Tabla 52. Tamaño mínimo de brazo de acera con stub. MT trifásico 477 AWG,**

**BT NAB y T1**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **10** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **15** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **20** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(2)/ - |
| **25** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(2)/ - | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) |
| **30** | 0,9(1)/ - | 0,9(2)/ - | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) |
| **35** | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(2)/0,9(2) | 1,75(1)/1,35(2) |
| **40** | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(2)/0,9(2) | 1,35(2)/0,9(2) | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(1)/1,35(2) |
| **45** | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(2)/0,9(2) | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) |
| **50** | 1,35(2)/0,9(2) | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | - /1,35(2) |
| **55** | 1,35(2)/0,9(2) | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,35(2) |
| **60** | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) |
| **Remate** | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(1)/1,35(2) | 1,75(2)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) |

**Tabla 53. Tamaño mínimo de brazo de acera con stub. MT trifásico 477 AWG, BT NAB y T2**

Varilla de 19 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión) / varilla de 25 mm (cantidad de cables de ancla para la media tensión)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ángulo (°)** | **Vano (m)** | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** |
| **5** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **10** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **15** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - |
| **20** | 0,9(1)/ - | 0,9(1)/ - | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(2) |
| **25** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **30** | 1,35(1)/0,9(1) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,35(1)/0,9(2) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) |
| **35** | 1,35(1)/0,9(2) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | - /1,35(2) | - /1,35(1) |
| **40** | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,75(1) |
| **45** | 1,75(1)/1,35(1) | 1,75(1)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,75(1) | - /1,75(2) | - /1,75(2) |
| **50** | 1,75(1)/1,35(2) | - /1,35(2) | - /1,75(1) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) |
| **55** | - /1,35(2) | - /1,75(1) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - |
| **60** | - /1,35(2) | - /1,75(1) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - | - |
| **Remate** | - /1,35(2) | - /1,75(1) | - /1,75(2) | - /1,75(2) | - | - |

* 1. **Estándares de seccionamiento, descargadores y sistemas de puesta a tierra**

En esta sección se presentan una serie de buenas prácticas de aplicación e instalación de los montajes para seccionamiento e instalación de descargadores de sobretensión, a continuación, se enumeran algunos de estos.

* Siempre que se instale un montaje con descargadores, se debe verificar que el sistema de puesta a tierra esté efectivamente conectado
* La conexión de la parte inferior de los descargadores y el sistema de puesta a tierra se debe realizar por medio de un conector de barril en el puente de alambre de cobre que hay entre el perno de aterrizamiento y el conductor neutro. Esto en el caso de contar con perno de aterrizamiento
* En el caso de instalar descargadores en postes existentes, la conexión se debe realizar por medio de un bajante directo hasta el electrodo, este se debe conectar al conductor neutro
* Todos los elementos que conecten con las líneas de media tensión (estribos), deben instalarse después del remate hacia el vano y nunca en las colas del conductor
* Cuando exista la posibilidad de realizar la conexión en la parte inferior de los cortacircuitos con el conductor 3/0 AWG, que viene de la carga, debe realizarse de esta manera, con el fin de evitar empates en la línea
* Los fusibles que se requieran para cada tipo de sección instalada dependen de la coordinación de protecciones realizada en el diseño de ingeniería
* Se recomienda la instalación de descargadores de sobretensión cada 300 m de línea o cada 7 vanos de conductor
* En todas las derivaciones de línea primaria que tengan más de dos transformadores instalados o que la longitud de la línea exceda los 300 m se debe instalar un montaje de seccionamiento
* Cuando el fusible del cortocircuito sea superior a 20T se recomienda la instalación de un montaje con cortacircuitos con extintor de arco
* Se estandarizaron montajes para sistemas de puesta a tierra para nuevos proyectos (por medio del perno de aterrizamiento) y para postes existentes (sistema externo).
* La resistencia en cualquier punto del sistema no debe ser superior a los 10 ohm, por lo cual, en caso de ser necesario, se implementarán arreglos de electrodos para asegurar este valor
* En el montaje SPTPSI sistema de puesta a tierra para seccionadores e interruptores, el concreto premezclado que se indica es para brindar protección al sistema de puesta a tierra
  1. **Estándares de postes**

En esta sección se presentan una serie de buenas prácticas de aplicación e instalación de los postes y anclajes, a continuación, se enumeran algunos de esto:

* La elección del tipo de poste a utilizar se debe definir en la etapa de diseño de los proyectos, esto con el fin de no tener variaciones en los montajes que se hayan definido para instalar
* La profundidad de enterramiento de los postes se define por la ecuación (L/10+0,5m); donde L= a la altura del poste
* En terrenos inclinados la medida de enterramiento del poste debe ser la parte menos elevada
* El material con el que llena el hueco del poste una vez que realiza el izado, debe ser el que se sacó, (normalmente tierra y piedra), este se debe compactar cada 20 cm de llenado
* La selección de postes autoportantes en un proyecto debe ser respaldado con el análisis de esfuerzos correspondientes, así como la información y características del dado
  1. **Estándares de transformadores y equipos reconectadores**

En esta sección se presentan una serie de buenas prácticas de aplicación e instalación de los transformadores y reconectadores, a continuación, se enumeran algunos de estos.

* En vía pública la máxima potencia a instalar para un transformador monofásico es de 50 kVA y en banco de transformadores de 75 kVA
* Cualquier transformador o banco de transformadores con capacidades superiores a las indicadas que se instale (en propiedad privada) en el poste, debe contar con los cálculos de esfuerzos, tanto del poste como de los herrajes a utilizar, además de contar con el visto bueno del inspector de la obra
* Todo equipo reconectador o interruptor, deben contar como complemento con montajes de sistemas de puesta a tierra y descargadores
* Todo transformador o banco de transformadores deben contar como complemento con montajes de sistemas de puesta a tierra, descargadores y seccionamiento
* Se recomienda la instalación de soporte para transformadores en la instalación de banco estrella-delta, esto con el fin de brindar más espacio de seguridad en el poste
* Todo transformador debe ser instalado con su respectivo descargador para baja tensión con excepción de cuando se utilizan para un banco de transformadores
* El soporte para transformador debe ser utilizado en lugares en donde por cuestión de espacio en el poste existente, no se puede instalar el transformador directamente al poste
* En caso de realizar una conexión de transformadores en paralelo, se debe verificar que la polaridad de estos sea la misma
* En las conexiones estrella – delta en 13,8 kV la conexión de la tierra en el primario debe quedar flotante
* En las conexiones estrella – delta en 34,5 kV la conexión de la tierra en el primario debe quedar aterrizado por medio del transformador adicional (disipador)

Las tensiones normalizadas son las que se muestran en la tabla 54.

**Tabla 54. Tensiones en baja tensión**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sistema** | **Tensión nominal (V)** | **Conexión** |
| Monofásico | 120/240 | Trifilar |
| Trifásico | 120/208 | 4 hilos conexión estrella |
| Trifásico | 120/208 | 3 hilos conexión estrella |
| Trifásico | 277/480 | 4 hilos conexión estrella |
| Trifásico | 240 | 3 o 4 hilos conexión delta |
| Trifásico | 480 | 3 o 4 hilos conexión delta |

* Las bridas de los transformadores de 10 kVA hasta 50 kVA deben ser en conductor 85,03 mm2 (3/0 AWG) para una tensión mínima de 600 V XLPE
* Para transformadores de potencias mayores a 50 kVA, los calibres de las bridas se deben calcular tomando en cuenta el amperaje en baja tensión de los transformadores
* Cuando se instale un equipo reconectador en redes de distribución nuevas, se recomienda utilizar un poste de 15 m para tener suficiente espacio de mantenimiento del equipo
* El cemento preparado que se incluye dentro del montaje es para evitar el hurto del alambre de cobre utilizado entre los electrodos y el perno de aterrizamiento, así como para arreglar las aceras

Los transformadores deben ser de distribución monofásicos, tipo poste, convencional, para 60 Hz, con cuatro o dos terminales en baja tensión dependiendo de la tensión y dos en media tensión, para instalar a la intemperie en un sistema en estrella sólidamente aterrizado. En la tabla 55 se muestran los transformadores utilizados.

**Tabla 55. Tensiones en baja tensión**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Código** | **Potencia de transformador (kVA)** | **Tipo de transformador** | **Tensión** |
| 74-44-3010 | 10 | Tipo poste convencional | 13,8 kV - 120-240 V |
| 74-44-3015 | 15 |
| 74-44-3025 | 25 |
| 74-44-3050 | 50 |
| 74-44-3075 | 75 |
| 74-44-3100 | 100 |
| 74-44-3167 | 167 |
| 74-44-3250 | 250 |
| 74-44-3333 | 333 |
| 74-44-6010 | 10 | 19,9 kV - 120/240 V |
| 74-44-6015 | 15 |
| 74-44-6025 | 25 |
| 74-44-6050 | 50 |
| 74-44-6075 | 75 |
| 74-44-6100 | 100 |
| 74-44-6167 | 167 |
| 74-44-6250 | 250 |
| 74-44-6333 | 333 |
| 74-44-8025 | 25 | 19,9 kV – 277 V |
| 74-44-8050 | 50 |
| 74-44-8075 | 75 |
| 74-44-8100 | 100 |
| 74-44-8167 | 167 |
| 74-44-8250 | 250 |
| 74-44-8333 | 333 |
| 74-44-4025 | 25 | 13,8 kV – 240/480 V |
| 74-44-4050 | 50 |
| 74-44-4075 | 75 |
| 74-44-4100 | 100 |
| 74-44-0010 | 500 | Media tensión | 19,9 kV – 7,97 kV |

# BITÁCORA DE CAMBIOS REALIZADOS

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **N° Revisión** | **Fecha de emisión** | **Aprobado por:** | **Referencia** |
| 0 | 05/04/2022 | Dirección Distribución de la Energía | 6001-0088-2022  6001-0567-2022 |