

CAPÍTULO No. 1

**Especificaciones Generales Para La Construcción De Líneas Aéreas
De Distribución Eléctrica 13.2 kV Y 34.5 kV**

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

1 GENERALIDADES

Nuestra empresa promueve el cumplimiento de las Normas de Seguridad y un sistema eléctrico que brinde calidad y continuidad del servicio al cliente. Así también, el cumplimiento de las Leyes y Reglamentaciones Nacionales que rigen la industria.

Todo trabajo de construcción deberá ser realizado a cabalidad y en conformidad con las hojas de estaqueo, planos, especificaciones y los patrones de construcción señalados para el proyecto.

El manejo y montaje de los materiales deberá realizarse de acuerdo a la correcta práctica comercial e industrial, normalmente aceptada.

NOTA: Para los proyecto se deben utilizar las Especificaciones Generales y las Especificaciones Técnicas detalladas por *elektra NORESTE*, que el mismo requiera.

2 DISTRIBUCIÓN DE POSTES

En la selección de postes en cuanto a longitud y capacidad, se deben seleccionar los de mayor resistencia para instalar transformadores, remates, ángulos y postes en esquinas.

2.1 Uso de Postes

Los postes a utilizar dependerán del tipo de construcción que se vaya a ejecutar, y los requerimientos mínimos son los que aparecen en la Tabla No. 1.

TABLA No. 1

USO DE LOS POSTES NORMALIZADOS

ÁREAS METRO Y ÁREAS URBANAS	ÁREAS RURALES	APLICACIÓN
Hormigón 11 m Tipo 9	Madera 30' Clase 9	Para extensión en BT, sin media tensión.
Hormigón 11 m Tipo 9	Madera 35' Clase 7	Para circuitos en media tensión, monofásicos y retenidas.
Hormigón 11 m Tipo 13 (500 kg)	---	Final de calle y ángulos sin retenidas.
Hormigón 12 m Tipo 13	Madera 40' Clase 5	Para circuitos en media tensión, bifásicos y trifásicos.
Hormigón 14 m Tipo 19	Madera 45' Clase 4	Para circuitos en media tensión, doble circuito, trifásicos y derivaciones.

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

2.2 Espaciamiento entre Postes / Distancia de Diseño

2.2.1 Postes con Extensión en BT Abierta o Preensamblado

Toda posteria nueva o existente a la cual se le instale una extensión en BT de 3 ó 4 alambres, deberá tener los postes espaciados a una distancia máxima aproximada de 45 metros.

2.2.2 Postes con Media Tensión y Extensión en BT

Se aplica lo indicado en el punto No. 2.2.1.

2.2.3 Postes con Media Tensión Solamente

a. Áreas Urbanas

Toda posteria deberá tener los postes espaciados a una distancia máxima de 45 metros.

b. Áreas Rurales

Se permitirán líneas con los postes espaciados a una distancia máxima de 90 metros, siempre y cuando no lleven extensión en BT (el conductor a utilizar en estos casos será del tipo ACSR, o sea, reforzado con alma de acero).

2.3 Espaciamiento de Postes en Campo

Los espaciamientos de postes medidos en campo, podrán tener una tolerancia de ± 5 metros, para la distancia de diseño de 45 metros; y de ± 10 metros, para la distancia de diseño de 90 metros.

2.4 Instalación de Transformadores en Postes

Por motivos de seguridad y de facilidad operacional, la capacidad máxima en transformadores que podrá instalarse en los postes indicados en el Cuadro No. 1, será de:

- a. En 15 kV; 225 kVA (75kVA - 75kVA - 75kVA)
- b. En 35 kV; 175 kVA (75kVA - 50kVA - 50kVA)

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

2.5 Las Conexiones de los Transformadores – Fases – Neutral y Tierra

Para transformadores monofásicos con dos pasamuros primarios en media tensión, el izquierdo se conecta a la fase correspondiente y el derecho se conecta a la carcasa y de allí al neutral del sistema. A este punto se le colocará un precinto rojo, el cual indica que el transformador o el banco deberán desconectarse antes de trabajar en ese punto.

En baja tensión, a) las conexiones del neutral deberán estar firmemente unidas, por ejemplo: en el caso del sistema estrella, se unen en un solo haz y de éste se extiende al neutral para su conexión; b) las bajantes de las fases (calientes), que salen de los pasamuros, deberán conectarse firmemente a la carga y tomar en cuenta todas las recomendaciones que exige el patrón en cuanto al encintado necesario.

Medida de Seguridad: al conectar el transformador, se debe separar efectivamente la conexión que une el aterrizaje de la(s) carcasa(s) y el pasamuro en media tensión a la tierra de la conexión que une los conductores de neutral que salen de los pasamuros en baja tensión. Esta acción es válida para la conexión de la extensión en BT o para servir directamente un cliente exclusivo.

2.5.1 Referencias para la Conexión de Banco Estrella de Tx's

I.P.	AMPERE DE LOS CABLES DE COBRE		
150 A - 2P 127.5 A (85%)	1/C-2/0 forrado 195 A	1/C-#2 forrado 130 A	1/C-#2 desnudo 185 A
400 A - 2P 340 A (85%)	1/C-500 forrado 430 A	1/C-500 desnudo 703 A	1/C-4/0 desnudo 443 A
600 A - 3P 510 A (85%)	2/C-500 forrado 860 A	1/C-500 desnudo 703 A	1/C-4/0 desnudo 443 A

NOTA: Las conexiones del neutral en el transformador requieren conductores que soporten igual cantidad de ampere de la fase.

2.5.2 Las Conexiones de Aparejos para Equipos y Ramales

Para conectar los pararrayos, cortacircuitos y otros aparejos que se instalen para la protección de ramales y equipos en media tensión, se debe utilizar el alambre de acero cobrizado o el alambre de cobre semiduro de acuerdo a la carga que se debe servir. Se deben utilizar accesorios tales como: conector tipo cuña, cuña-estribo, grapa de línea caliente, preformada, etc.

3 INSTALACIÓN DE POSTES

La profundidad mínima para plantar los postes, será las indicadas en la Tabla No. 2. Todos los huecos de los postes que no sean utilizados después de instalarse, deberán ser sellados de acuerdo a lo siguiente:

- Para postes de madera: con tapón de madera
- Para postes de hormigón: con concreto

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

TABLA No. 2

Longitud del Poste		Profundidad en Tierra		Profundidad en Roca	
(pies)	(metros)	(pies)	(metros)	(pies)	(metros)
MADERA					
30'	9.14 m	5.5'	1.68 m	3.5'	1.07 m
35'	10.67 m	6.0'	1.83 m	4.0'	1.22 m
40'	12.19 m	6.0'	1.83 m	4.0'	1.22 m
45'	13.72 m	6.5'	1.98 m	4.5'	1.37 m
50'	15.24 m	7.0'	2.13 m	4.5'	1.37 m
55'	16.76 m	7.5'	2.29 m	5.0'	1.52 m
HORMIGÓN					
(metros)	(pies)	(metros)	(pies)	(metros)	(pies)
11 m	36.08'	1.83 m	6.0'	1.22 m	4.0'
12 m	39.36'	1.83 m	6.0'	1.22 m	4.0'
14 m	45.92'	1.98 m	6.5'	1.37 m	4.5'

3.1 Instalación del Poste en Tierra

Se debe aplicar lo especificado:

- a. Donde los postes deben ser instalados en suelos de tierra.
- b. Donde hay un lecho de tierra mayor que dos (2) pies de profundidad sobre roca sólida.
- c. Donde el hueco en roca sólida exceda aproximadamente el doble del diámetro del poste, a nivel del hueco en la superficie del suelo.

3.2 Instalación del Poste en Roca Sólida

Se aplicará lo especificado cuando el poste se deba instalar en roca sólida, donde el hueco esté suficientemente vertical, casi uniforme en diámetro y con suficiente espacio para usar el pisón en toda su profundidad.

Donde exista un lecho de tierra de dos (2) pies o menos de profundidad sobre la roca sólida, la profundidad del hueco será igual a la profundidad de la tierra encontrada, más la profundidad especificada para la instalación en roca sólida a partir de la superficie de roca; pero la profundidad total no será mayor que la especificada para la instalación en suelos de tierra.

3.3 Varios

- a. En suelos con pendientes, la profundidad del hueco siempre será medida desde la parte menos elevada o el borde del hueco en el nivel más bajo, sobre la superficie del suelo.
- b. Los postes de madera deben ser instalados de manera que permitan el montaje de crucetas en sus caras opuestas, de forma alternada a excepción de los remates, donde los dos últimos postes deben tener las crucetas careadas en sentido de las grapas de tensión o remates. La alternabilidad de las crucetas será aplicada para

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

todo tipo de poste. En vanos largos fuera de los normalmente utilizados, las crucetas deberán estar en posiciones opuestas al vano. Las construcciones de líneas en general, deberán cumplir en lo que a crucetas se refiere, con lo señalado en el Capítulo 15 de este documento.

- c. Cuando se utilice espiga en la cabeza de postes, las mismas deberán ser instaladas en lados opuestos del poste, con su parte plana apoyada al bisel del poste de madera y en poste de hormigón, la parte plana no se apoyará al mismo.
- d. Los postes deben ser instalados de forma alineada y a plomo a excepción de los ubicados en esquinas, ángulos u otros puntos de desequilibrio de esfuerzo, donde deben ser inclinados contra las tensiones de manera que los conductores queden alineados. En estos casos, el poste se empotrará seis (6) pulgadas adicionales a las indicadas en la Tabla No. 2.
- e. Los postes deben ser inclinados en contra de los esfuerzos a una distancia no menor que una (1) pulgada por cada diez (10) pies de largo de los postes, ni más de dos (2) pulgadas por cada diez (10) pies de longitud, después de haber instalado el conductor a la tensión requerida.
- f. El relleno con tierra y piedra alrededor del poste, deberá apisonarse fuertemente en capas no mayores que veinte (20) centímetros de espesor, en toda la profundidad del agujero. El material de relleno excedente, deberá apilarse alrededor del poste. No se permitirá utilizar material de relleno con contenido de agua, a excepción del hormigón, cuando el mismo se requiera como material de relleno.
- g. Deberán ser descartados y eliminados los materiales de la excavación que resulten inadecuados para su reutilización en la compactación del relleno (ejemplo: debe estar libre de material orgánico).
- h. Para postes de estructuras en ángulos y anclajes, el relleno será de piedra matacán y tierra bien compactada.
- i. Para postes, ya sea de estructuras (tangentes o en ángulos), donde el terreno sea pantanoso o donde la base del hoyo sea inestable o esté debajo del nivel de agua freático, se utilizará el método de mejoramiento del área del hoyo con piedras de distinta granulometría y donde se considere necesario, en lugar del material de relleno, se usará hormigón.
- j. Se deberá utilizar para la compactación, un pisón de cabeza curva. La tierra será compactada hasta un grado tal que se compruebe claramente el rechazo del pisón.
- k. El uso en los postes de madera, del gorro protector y la felpa preservativa en la cabeza y pata del poste respectivamente, serán requerimientos adicionales a la norma, por lo cual deberá definirse su uso en las especificaciones detalladas del proyecto específico.
- l. Preferiblemente, el manejo de los postes para colocarlos encima o bajarlos de las mesas utilizadas para su transporte, se hará mediante brazos mecánicos. De no ser así, se deberán utilizar rampas desde los bordes de las mesas de los transportes. Se debe evitar esfuerzos excesivos sobre los postes y daños profundos sobre su superficie. Si el daño es reparable, se debe aplicar un tratamiento con sales de cobre en la zona dañada.

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

3.3.1 Postes a Reemplazar en Límites de Propiedad

Cuando el diseñador requiera considerar el reemplazo de un poste que esté al límite de propiedad de los lotes servidos, por uno de mayor tamaño u otro igual que esté en mejores condiciones para el trabajo requerido, deberá considerar los costos de utilizar un poste temporal para recibir las líneas mientras se remueva el poste existente y se instale el poste nuevo en el mismo punto. Esto evitará solicitudes de reubicaciones de postes por los residentes de las áreas.

4 PENDIENTE DE LA LÍNEA

Cuando se utilicen los postes altos para salvar obstáculos, tales como: edificaciones, otros conductores, vías férreas, etc., no deberán existir esfuerzos que tiendan a halar los aisladores de espiga hacia arriba en los postes más chicos a ambos lados del poste más alto (no se deberá ahorcar los postes).

5 VIENTOS (RETENIDAS) Y ANCLAS

Los vientos (retenidas) deben estar instalados antes de tensar los conductores y deberán fijarse en los postes indicados en los planos de construcción. Toda ancla y varilla para ancla, deben estar alineados en dirección opuesta al esfuerzo que ejercen los conductores y se deberán instalar de tal forma, que seis (6) pulgadas de la varilla deben estar fuera del nivel del suelo. En áreas de cultivo u otras ubicaciones en que sean necesarias, la proyección de la varilla sobre el suelo será de doce (12) pulgadas, para evitar que se entierre el ojo de la varilla. El relleno de todos los huecos para ancla de expansión, será firmemente apisonado en capas no mayores que quince (15) centímetros de espesor en toda su profundidad.

Cuando se utilice el ancla de expansión, el hueco debe ser rellenado con piedras de diferentes espesores, después de haber colocado el ancla, hasta una profundidad aproximada de dos (2) pies sobre el ancla, apisonando mientras se rellena; luego se rellenará con la tierra seca remanente, apisonando mientras se realiza el relleno.

6 CONTRATUERCA

Se debe instalar una contratuerca con cada tuerca de todo tipo de pernos; tales como los de tipo máquina, tipo soporte, doble soporte, porta pines, etc.; o sea, que todo herraje que requiera del uso de una tuerca será acompañada de una contratuerca que la inmovilice, con la única excepción de cuando se emplee tuerca de ojo, que cumple esta función.

7 CONDUCTORES

7.1 Los conductores deben ser manejados con cuidado. Los conductores no deben ser aprisionados ni pisados por vehículos u otros objetos pesados; no deberán estar en contacto con lodo, agua estancada o corrientes; deberán estar limpios de grasa externa, ralladuras, tierra y materiales orgánicos. Cada carrete debe ser examinado y las hebras deben ser inspeccionadas para detectar cortes, hendiduras, ralladuras u otros daños. Los tramos que presenten daños deberán eliminarse y el conductor será empalmado en sus partes sin defectos. Los conductores deben ser halados sobre rodillos apropiados o roldanas montadas en los postes o sobre cruceta para evitar dobleces mientras se tiende la línea.

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

7.2 El conductor neutral debe mantenerse a un lado del poste, orientado hacia la vía pública, para construcciones tangentes y ángulos hasta 60 grados. No se permitirán estos conductores en la cara contraria del poste respecto a la vía pública.

7.3 En el aislador de espiga, para ángulos entre 0° a 5°, el conductor debe colocarse sobre la parte superior de la ranura del aislador y amarrarse con el alambre de amarre que corresponda al conductor utilizado. La ranura superior debe estar alineada, con el conductor después de ser amarrado.

En los ángulos mayores que cinco grados (5°), **sin exceder los treinta grados (30°)**, el alambre se debe amarrar al hombro o costado del aislador.

En todos los casos, la espiga (en cruceta y cabeza de poste) deben estar de acuerdo al aislador de espiga correspondiente y su altura sobre la cruceta debe ser idéntica.

La espiga debe apretar en toda la extensión de la rosca del aislador, de forma tal que no exista movimiento lateral, ni queden roscas de la espiga afuera de la rosca del aislador. La tecnología debe considerar la intercambiabilidad de los materiales entre los distintos fabricantes (espiga-aislador de espiga).

No se deben colocar postes de menor altura entre postes de mayor altura, lo cual evitara esfuerzos innecesarios a la rosca de la espiga y al cuerpo del aislador.

7.4 Los conductores de la extensión en BT y neutral en postes, no requerirán llevar varilla protectora.

7.5 Todo conductor debe ser limpiado con cepillo de alambre antes de confeccionar los empalmes o de instalar conectores o grapas. Un inhibidor apropiado deberá utilizarse antes de ejecutar el empalme o antes de aplicar el conector sobre conductores de aluminio.

7.6 El uso de los conductores deberá ser el indicado en la Tabla No. 3.

TABLA No. 3

TABLA DE CONDUCTORES DE ALUMINIO NORMALIZADOS PARA LÍNEAS AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN

CONDUCTOR	CÓDIGO	CÓDIGO
	MEDIA TENSIÓN	BAJA TENSIÓN
Conductor AL 1/0 Poppy AAC	08-02-110	08-02-110
Conductor AL 1/0 Raven ACSR	08-03-210	08-03-210 (NEUTRAL)
Conductor AL 266 Waxwing ACSR	08-03-320 (NEUTRAL)	
Conductor AL 477 Cosmos AAC	08-08-240	
Conductor AL 477 Hawk ACSR	08-08-340	

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

7.7 Usos de los Conductores

- a. Los conductores de aluminio del tipo AAC (todo aluminio), se usarán en vanos no mayores que 50 metros de longitud.
- b. Los conductores de aluminio del tipo ACSR (aluminio con alma de acero), se usarán en vanos con longitudes entre 51 y 100 metros.
- c. En los casos de áreas de alta contaminación, se debe considerar el uso del ACSR con alma de acero con capa AW y grasa anticorrosiva.

8 VARILLA PROTECTORA

En todas las estructuras con aisladores tipo espiga y tipo piña (post type), deberán instalarse varillas protectoras en los conductores, de acuerdo a lo establecido en los Patrones de Construcción y serán instaladas según las recomendaciones del fabricante. La variación del punto medio de la varilla sobre los aisladores no será mayor que seis (6) centímetros.

Los equipos conectados a la línea con grapas, lo harán preferiblemente sobre las varillas protectoras del conductor.

El uso de las varillas protectoras, será de acuerdo a lo indicado en la Tabla 4.

TABLA No. 4

USO DE VARILLAS PROTECTORAS

CONDUCTOR	CÓDIGO <i>elektra</i> NORESTE		
	1 AISLADOR	2 AISLADORES	SUSPENSIÓN
	APOYO SENCILLO	APOYO DOBLE	
1/0 Poppy AAC	04-11-123	04-11-235	04-11-235
1/0 Raven ACSR	04-11-125	04-11-237	04-11-664
266 Waxwing ACSR	04-11-133	04-11-245	04-11-676
477 Cosmos AAC	04-11-139	04-11-251	04-11-251
477 Hawk ACSR	04-11-141	04-11-253	04-11-678

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

9 EMPALMES Y REMATES

- 9.1** Los conductores deberán ser empalmados y rematados como se indica en los Patrones de Construcción. No deberá haber más de un empalme por conductor en cualquier vano y las mangas de empalmes deberán estar ubicadas a no menos que 3.05 m (10 pies) del soporte del conductor.
- 9.2** No se empalmará ni reparará ningún vano que cruce calle o caminos principales, vías importantes o líneas importantes de comunicación o de energía eléctrica.
- 9.3** Ninguna extensión de línea eléctrica podrá ser diseñada con una cantidad de estructuras patrones, tales que excedan de 20 patrones consecutivos, sin que exista un patrón de remate con retenidas en ambas direcciones de la línea, en dicha extensión de línea eléctrica.

10 PUENTES Y DERIVACIONES

Todas las conexiones en media tensión se deben construir utilizando cuñas y cuñas estribo, al cual se le conecta la grapa de línea caliente. No se deben utilizar conectores tipo C ni conectores mecánicos.

Se debe construir de forma tal que se evite el uso de puentes u otros rabos, sobre todo en los troncales, lo cual disminuye el número de conexiones. Es decir, el cable debe ser continuo con la menor posibilidad de que surjan puntos calientes.

Al utilizar puentes u otros rabos conectados a la línea, estos deben tener suficiente seno de forma tal que permita el movimiento libre del conductor. Donde la flecha no esté indicada en el plano de construcción, se proveerá por lo menos dos veces el largo, en el plano vertical o en el plano horizontal, según sea el caso.

En áreas donde se producen vibraciones causadas por los vientos, se deben tomar acciones que disminuyan su efecto sobre los puentes y terminales de forma tal que no se rompan. Ejemplo: evaluar el uso de amortiguadores de acuerdo al tamaño del cable.

Todo rabo para conexión de transformadores, recerradores, etc., deben ser de un calibre mínimo con conductividad igual al No. 6 cobre, o según la capacidad nominal del equipo a instalarse.

10.1 Fly Taps y las Condiciones de Campo

No se permite más de una reparación en las líneas en media tensión, con énfasis en los cruces de calles, donde se utilicen los fly taps.

En media tensión, la distancia vertical mínima entre conductores que conformen un fly tap, será de dos pies (2'). La fuente debe estar siempre en el circuito de arriba. Si no se cuenta con la distancia vertical señalada entre los conductores, se debe evaluar la topografía del terreno y escoger la mejor opción, tales como: bajar crucetas, rematar la línea, instalar aisladores de poste para el lado de la fuente, uso de conductor protegido, postes más altos, tensar la línea, entre otros.

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

De colocar los postes próximos a las esquinas de las cuadras, **se debe considerar el radio de giro** de los carros de mayor altura, longitud de la mesa y tamaño que los pudiesen golpear. Así también, la construcción de una base de concreto y la instalación de rieles protectores en estos puntos, de forma tal que eviten que la rueda o la plataforma del camión golpeen el poste y provoque la caída de un tramo completo.

Las conexiones deben ser permanentes a lo largo del troncal y en las derivaciones dedicadas a dar continuidad al mismo. Se debe utilizar el conector tipo cuña para una conexión firme y mayor área de contacto.

Mantener el criterio de instalar los postes al límite de lote y reconocer que existen condiciones de campo que en ocasiones no permiten que esto se dé. Sin embargo, los postes deberán colocarse siempre a lo largo de la servidumbre, la cual no debe ser menor a 60 cms en área verde próxima al cordón de la acera o en posición equivalente que permita la extensión segura de la línea y que no pase por encima de la superficie de los lotes privados. Se deben evitar que los vanos sean mayores a 45 metros.

Si las condiciones de campo obligan el uso de fly taps, se debe considerar lo siguiente:

1. Línea trifásica en el troncal (fuente) y derivación trifásica (carga) utilizando fly taps:
 - a. La fuente va encima de la carga.
 - b. La distancia mínima vertical es de 2 pies entre las líneas.
 - c. Considerar la topografía del terreno y evaluar alturas diferentes para los postes que permitan establecer la distancia vertical mínima de 2 pies.
 - d. Cuando los postes sean de la misma altura, evaluar la alternativa de bajar las crucetas del circuito de carga y el uso de abrazaderas si se trata de postes de concreto.
 - e. El tensado de la línea superior debe considerar el aumento de la flecha en el tiempo y el tensado adecuado de la línea de abajo (carga).
 - f. Para condiciones extremas, se debe evaluar el remate a 180° y el uso de abrazaderas, si se trata de postes de concreto, lo cual dependerá de la topografía.
 - g. Garantizar que los postes próximos al radio de giro no tengan probabilidad de ser golpeados por vehículos que realicen esta acción.
 - h. En ajustes, utilizar las normas vigentes y recomendadas por **elektra NORESTE**.
2. Para línea trifásica en el troncal (fuente-arriba) que requiere derivarse en monofásico (carga-abajo), utilizando fly taps:
 - a. La fuente va encima de la carga.
 - b. La distancia vertical mínima es de 2 pies entre las líneas.

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

- c. Considerar la topografía del terreno y evaluar alturas diferentes para los postes que permitan establecer la distancia vertical mínima de 2 pies.
- d. Evaluar la alternativa de bajar el circuito de carga y el uso de abrazaderas si se trata de postes de concreto.
- e. El tensado de la línea superior debe considerar el aumento de la flecha en el tiempo y el tensado adecuado de la línea de abajo (carga).
- f. Para condiciones extremas se debe evaluar el remate a 180° y el uso de abrazaderas en postes de concreto, lo cual dependerá de la topografía.
- g. En los ajustes, utilizar las normas vigentes y recomendadas por **elektra NORESTE**.
- h. Para situaciones de campo donde la separación de los puentes a partes energizadas esté comprometida, se deben utilizar cables aislados para la conexión de la línea fuente a equipos y líneas (cargas).
 - La Unidad Constructiva responde a las Unidades para Conexiones con Cuña propuestas.
 - De requerirse un aislador se debe instalar separadamente.

11 GRAPA DE LÍNEA CALIENTE Y CONECTORES

Los conectores y grapas de línea caliente apropiados, deben ser utilizados tal como lo indican los Patrones de Construcción.

En toda instalación con grapa de línea caliente, la grapa y el conductor deben estar instalados de tal forma, que éste esté permanentemente amarrado al lado de la carga, permitiendo que el puente sea desenergizado cuando se suelte de la grapa de línea caliente. Esto se aplica en todos los casos, aún cuando la línea tendida en la parte superior sea la fuente y la inferior sea la carga, en un mismo circuito derivado.

11.1 Conexiones en General

Todas las conexiones deben ser firmes, utilizar **PENETROX** para AAC y ACSR, protección con las cintas correspondientes en los casos que la sana práctica lo exija.

Se debe utilizar la herramienta y accesorios adecuados para cada tipo de conexión: 1) Al instalar o extraer las cuñas (cartucho correspondiente), 2) Al comprimir el conector tubular (ej. reparaciones) con el dado exacto que requiera, 3) Al apretar tornillos como es el caso de las grapas de tensión.

Así también, utilizar los conectores Al/Cu para la conexión de conductores de distintos material como el aluminio y el cobre. **En este caso, el cobre se coloca debajo del aluminio.**

Los conductores a utilizar deben estar de acuerdo a las especificaciones del conector y diseño del fabricante.

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

12 DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN (PARARRAYOS)

Los descargadores de sobretensión o pararrayos son utilizados para limitar impulsos/ondas debido a descarga atmosféricas (rayos) y otras sobretensiones que se presenten en el sistema de distribución, a fin de prevenir daños a los equipos.

Para obtener la máxima protección, los pararrayos deberán ser colocados lo más cerca posible al equipo que protege.

Además, el terminal de tierra del pararrayo, deberá ser colocado de forma tal que el mismo pueda despejarse libremente de cualquier equipo y de líneas primarias, en el caso de que el pararrayo actúe (se desfonde).

Cada vez que se instale o reemplace un pararrayo, se deberá verificar el sistema de puesta a tierra del poste, compuesto por la bajante (cobrizado), la varilla de tierra y la conexión de la bajante al neutral y a la varilla. Además, se deberá medir la resistencia de tierra, la cual deberá ser igual o menor a 25 ohmios. De encontrarse un valor de resistencia de tierra superior a 25 ohmios, se deberá realizar la adecuación necesaria para reducir la misma al valor indicado.

Los pararrayos serán instalados en:

12.1 Pararrayos de Distribución (Heavy Duty) de 10 y 27 kV

- a. Transformadores – un pararrayo por fase
- b. Capacitores – un pararrayo por fase
- c. Recerradores – dos pararrayos por fase (en la entrada y en la salida del equipo)
- d. Reguladores – dos pararrayos por fase (en la entrada y en la salida del equipo)
- e. Finales de línea aérea – un pararrayo por fase
- f. Interruptores de aire – dos pararrayos por fase
- g. Poste(s) adyacente(s) a una transición aéreo/subterráneo (scout arrester) de cables de potencia de 500 kcmil ó 4/0 AWG – un pararrayo por fase

12.2 Pararrayos Tipo Riser Pole de 10 y 27 kV

- a. Poste de transición aérea/subterráneo – un pararrayo por fase

13 AMARRE DE CONDUCTORES

Los amarres deben estar de acuerdo a los Patrones para amarre; ver Figuras "B" y "C" en este documento.

El uso de alambres de amarre será indicado en la Tabla No. 5.

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

TABLA No. 5

USO DEL ALAMBRE DE AMARRE	
CONDUCTOR	ALAMBRE DE AMARRE
1/0 AAC/ACSR	08-06-160
266 ACSR	08-06-140
477 AAC/ACSR	08-06-140

El alambre de amarre para el cable No. 477 se debe mantener en el No. 4 aluminio y no se debe utilizar uno menor a este calibre.

14 TENSADO DE CONDUCTORES

Los conductores deben ser tensados de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes o las tablas de flechas y tensiones suministradas por el **elektra NORESTE**. Todo conductor debe ser tensado en forma uniforme. La temperatura ambiente en la hora y lugar del tensado, debe ser determinada por un termómetro de vidrio certificado. En el tensado de todo conductor después del tendido, no deberá sobrepasar las tensiones recomendadas por el fabricante del conductor o lo indicado en las especificaciones del proyecto.

Sólo se acepta que se incremente en tres (3) pulgadas la flecha de cualquier vano. De cualquier otra forma, no se aceptarán flechas mayores que las especificadas. La flecha del conductor deberá ser controlada en varios vanos en cada tramo de tensado, eligiendo un vano en el medio y uno en cada extremo del tramo.

Al ser instalados los conductores, siempre se respetarán los espacios libres de seguridad (clearances), establecidos en el Código Eléctrico Nacional de Seguridad de los Estados Unidos de América (NESC).

15 EXTENSIÓN EN BT Y CABLES DE SERVICIO

15.1 Generalidades

Los conductores para extensión en BT pueden ser desnudos o cables de servicio. El conductor debe ser tensado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y lo indicado por el **elektra NORESTE**.

Los conductores para extensión en BT instalados bajo las líneas primarias, normalmente serán desnudos.

El cable preensamblado en BT debe estar debidamente tensado y colocado a una distancia de 4 a 8 pulgadas del neutral desnudo del sistema. Para evitar el deterioro del preensamblado, no se deben colocar escaleras sobre el mismo. Se debe garantizar su hermeticidad en toda su extensión y en las conexiones que se realicen. En caso de remover una conexión, se debe sellar el cable con la cinta correspondiente a prueba de UV.

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

El cable de servicio debe ser aislado. La extensión en BT y el cable de servicio deben estar instalados de forma que no obstaculicen el espacio para trepar al poste.

No deberá haber más de un empalme por conductor en cualquier vano y las mangas de conexión deberán ubicarse por lo menos a 3.5 metros (10 pies) del soporte del conductor.

15.2 Reglamentaciones para Extensión en BT Abiertas en Postes, Sirviendo Cargas en 120/240 volt, 3 Hilos

15.2.1 El tamaño máximo del transformador a instalarse en una extensión en BT, es de 50 kVA monofásico, 120/240 volt, 3 hilos.

15.2.2 El transformador que alimente una extensión en BT, deberá estar colocado en el punto medio de la longitud de la extensión en BT. No deberán colocarse los transformadores en ninguno de los extremos de la extensión en BT.

15.2.3 Las longitudes máximas a que podrá extenderse una extensión en BT, a ambos extremos del punto donde está colocado el transformador, será como sigue:

- a. Área urbana o con alta densidad de carga; la longitud máxima será de 200 metros.
- b. Área rural o con baja densidad de carga; la longitud máxima será de 300 metros.

15.3 Los conductores para extensión en BT aéreos podrán ser de cobre No.2 semiduro, en áreas con una alta contaminación de salitre. Esto lo determinará **elektra NORESTE**, para el proyecto específico.

16 PUESTA A TIERRA (ATERRIJAJE)

16.1 Conexión a Tierra

Los Patrones NC-CT-76, NC-CT-77 y NC-CT-78, serán utilizados en todos los postes donde no haya equipo instalado, para efectuar la conexión a tierra del neutral del sistema, por ser un sistema multiterizado.

La conexión a tierra no se considerará como un electrodo de puesta a tierra, para los efectos del acápite No. 17.

16.2 Varilla de Tierra / Puesta a Tierra

Los patrones NC-CT-71 y NC-CT-72 serán utilizados en todos los postes donde se instalen equipos tales como: transformadores, recerradores, capacitores, reguladores, pararrayos, etc. La varilla de tierra debe ser instalada de acuerdo a los Patrones de Construcción. La parte superior debe estar bajo tierra, por lo menos 30 cm (12 pulgadas).

El alambre cobrizado debe estar clavado a los postes de madera y correr por dentro de la parte hueca del poste de hormigón y fijado a la varilla con una grapa o soldadura.

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

Todo equipo debe tener por lo menos una o dos conexiones desde el marco, tanque, o caja, al sistema multiaterrizado del neutral; según se requiera para el caso específico.

La tierra del equipo, el conductor neutral y equipo de protección contra rayos, deben estar interconectados y fijados a un conductor de tierra común.

17 RESISTENCIA A TIERRA

17.1 Requerimientos

El sistema de electrodos de puesta a tierra (aterrizaje), podrá consistir en uno o más electrodos (varilla) interconectados. Éste deberá tener una resistencia a tierra lo suficientemente baja, para minimizar los peligros al personal y para permitir una pronta operación de los dispositivos de protección de los circuitos.

17.2 Sistemas Puestos a Tierra en un Solo Punto (Delta o Uniaterrizados)

Los electrodos (varillas) de puesta a tierra individuales, hechos para este propósito, deberán tener una resistencia a tierra que no exceda el valor de 25 ohms. Si la resistencia de un electrodo (varilla) sencillo, excede los 25 ohms, dos o más electrodos (varillas), conectados en paralelo y separados aproximadamente a 6 pies, deberán ser usados.

17.3 Sistemas con Múltiples Puestas a Tierra (Multiaterrizados)

El neutral deberá ser de suficiente tamaño y ampacidad para el trabajo involucrado, y será conectado a un electrodo (varilla) de puesta a tierra nuevo o existente, en cada lugar donde se halle un transformador y en un número suficiente de puntos adicionales con electrodos (varillas) de puesta a tierra nuevos o existentes, para totalizar no menos de cuatro (4) puestas a tierra por cada 1,600 metros (1 milla) de la línea entera, sin incluir las puestas a tierra de los servicios eléctricos individuales.

NOTA: Los sistemas con múltiples puestas a tierra que se extienden sobre una distancia substancial, son más dependientes de la multiplicidad de los electrodos (varillas) de puesta a tierra, que de la resistencia a tierra de cualquier electrodo (varilla) individual; por lo tanto, ningún valor específico se impondrá para la resistencia de los electrodos (varillas) individuales.

17.4 Puesta a Tierra de Transformadores y Equipos

Los electrodos (varillas) de puesta a tierra individuales, hechos para este propósito, deberán tener una resistencia a tierra que no exceda el valor de 25 ohms. Si la resistencia de un electrodo (varilla) sencillo excede los 25 ohms, dos o más electrodos (varillas), conectados en paralelo y separados aproximadamente a 6 pies, deberán ser usados.

18 PROTECCIÓN DE LAS DERIVACIONES DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

Toda línea eléctrica que sea derivada de otra línea eléctrica, ya sea trifásica, bifásica, o monofásica, deberá estar protegida por cortacircuitos con la capacidad adecuada para la situación en particular, en la misma estructura o poste donde se realiza la conexión de la derivación.

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

En los casos en que se establezca la instalación de elementos de protección contra sobrecorriente, **elektra NORESTE** definirá sus características en cada caso en particular.

19 LIMPIEZA DEL DERECHO DE VÍA O SERVIDUMBRE DE LA LÍNEA

Al preparar el derecho de vía o servidumbre, se deben derribar árboles, la maleza debe ser desmontada y algunos árboles serán podados de forma que la servidumbre quede libre desde el suelo hacia arriba y del ancho que se requiera.

Los árboles que limitan con la servidumbre deben ser podados en forma simétrica, a no ser que se especifique otra forma. Los árboles muertos en los límites de la servidumbre pueden afectar la línea, por lo que deben ser removidos. Los árboles torcidos inmediatos a la servidumbre, que puedan afectar la línea si caen, deben ser, ya sea descopados o removidos, a excepción de árboles frondosos, frutales u ornamentales, los cuales deberán ser solamente podados y no derribados, a no ser que se autorice su derribo (por la autoridad competente).

20 DERECHO DE VÍA O SERVIDUMBRE DE LA LÍNEA

Al proyectar las rutas de las líneas de Distribución Eléctrica, se deberán ubicar los postes en la servidumbre de áreas públicas, en lo posible. De no ser así, se podrá proyectar el paso por terreno privado, procurando, dentro de los criterios técnicos y económicos del caso, minimizar los perjuicios al propietario.

Toda proyección de ruta sobre terreno privado, para ser considerada como parte del diseño formal, deberá contar con la aprobación de **elektra NORESTE**, y con la documentación correspondiente de Derecho de Vía o Servidumbre, debidamente otorgada o con una certificación de que está en trámite, para cada proyecto específico.

21 ALUMBRADO PÚBLICO

El Manual de Aplicación de la Norma de Alumbrado Público para calles y Avenidas de agosto 1999 tiene la referencia de las secciones mínimas de vías. Ésta considera la relación entre la ubicación segura del poste y la iluminación regulada.

Existe el compromiso regulatorio relacionado a la iluminación de calles y avenidas según establece el ERSP en la Resolución No. JD-759 de 5 de junio de 1998. La misma da como referencia la "American National Standard Practice for Roadway Lighting" ANSI/ IOES RP-8, 1983.

Es importante considerar en el diseño de las barriadas y demás desarrollos, que la iluminación debe estar de acuerdo a lo que solicita la Resolución No. JD-759 en relación a un tráfico seguro y una rápida - confortable visibilidad durante la noche.

Se deben colocar la cantidad adecuada de luminarias requeridas para lograr una iluminación de calidad, haciendo énfasis en los sitios que la Norma ANSI RP-8 recomienda dar mayor atención, tales como: las intersecciones, los puntos de salida o para girar (Artículo 3.8). Además de estos puntos, el **Apéndice A** de la Norma está dedicado a situaciones que requieren especial atención. Agrega las curvas y lomas reiterando la importancia de dar una visión gradual y clara al conductor, y al peatón.

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

22 USO DE LOS POSTES POR OTRAS EMPRESAS

Las empresas identificadas a la fecha de preparación de este volumen que utilizan o están ocupando los postes, podrían exceder la media docena, lo cual implica que se requiere de una planificación que permita el uso ordenado del poco espacio disponible, el trabajo seguro y no deteriore la verticalidad ni las condiciones del poste.

Por esta razón, las empresas deben realizar una proyección eficiente de la cantidad de clientes a los cuales daría servicio en el área, de forma tal que al planificar, propongan un cable único y no ocupen toda la extensión del poste.

Estas empresas deben proveer de sus Normas de instalación de estos cables a **elektra NORESTE** con el detalle de los materiales utilizados, especificaciones de los cables, sus pesos, flechas mínimas requeridas, cálculo de los esfuerzos, las retenidas utilizadas para compensar las tensiones y mantener la verticalidad del poste.

La altura mínima de cualquier cable al suelo a lo largo de un vano no deberá ser inferior a 18 pies y la distancia de seguridad a los cables energizados de la empresa eléctrica es de 40 pulgadas.

El personal de estas empresas debe ser calificado y será necesario que utilice equipo para cubrir la línea energizada más próxima a su área de trabajo, y debe realizar la coordinación de seguridad que exige la labor.

Como principio básico para conservar la integridad del poste, los cables se instalaran de la siguiente forma: el más pesado debe estar ubicado en la sección más gruesa del poste, es decir, el área próxima al suelo y el más liviano próximo al cable en baja tensión (secundario).

23 SEGURIDAD ELÉCTRICA

Se tomará como referencia, la última revisión del Código Eléctrico Nacional de Seguridad de los Estados Unidos "National Electrical Safety Code", para construcciones.

Se exceptúan los casos donde las reglamentaciones locales del país, sean más restrictivas. En tales casos, las reglamentaciones locales regirán.

24 NOMENCLATURA DE LOS PATRONES

Las combinaciones de siglas que identifican a los Patrones de Construcción, se separarán por un guión y se interpreta de izquierda a derecha, de la siguiente forma:

- NC:** NORMA DE CONSTRUCCIÓN
- A:** LÍNEA DE UNA FASE (1f), MONOFÁSICA
- B:** LÍNEA DE DOS FASES (2f), BIFÁSICA
- C:** LÍNEA DE TRES FASES (3f), TRIFÁSICA
- 34:** SISTEMA DE 34.5 KILOVOLT
- 13:** SISTEMA DE 13.2 KILOVOLT

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06

Para diferentes ángulos de desviación tenemos

- 00:** REMATE SENCILLO
- 5:** ÁNGULO DE 0° A 5°
- 30:** ÁNGULO DE 5° A 30°
- 60:** ÁNGULO DE 30° A 60°
- 90:** ÁNGULO DE 90°
- 90A:** DERIVACIÓN A 90°
- 180:** DOBLE REMATE

Si los mismos tienen alternativas en construcción vertical u horizontal, al ángulo se le agregarán las siguientes letras, sin usar guiones:

- V:** CONSTRUCCIÓN VERTICAL
- H:** CONSTRUCCIÓN HORIZONTAL

Otras siglas:

- CT:** CONEXIÓN A TIERRA
- T5:** INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR - SISTEMA DE 4.16kV
- T13:** INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR - SISTEMA DE 13.2kV
- T34:** INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR - SISTEMA DE 34.5kV
- S:** INSTALACIÓN DE EXTENSIÓN EN BT - PATRONES DE SECCIÓN
- N:** INSTALACIÓN DE NEUTRAL
- E:** INSTALACIÓN DE ESPIGA - PATRONES DE SECCIÓN
- R:** REMATE DE AISLADORES - PATRONES DE SECCIÓN

25 APLICACIÓN A OTROS SISTEMAS DE VOLTAJES EN MEDIA TENSIÓN

Las normas de Construcción de 13,200Y/7,620 volt deberán ser aplicadas, sin excepción, a los siguientes sistemas de voltaje:

- a. 2,400 volt, delta, 3 hilos
- b. 4,160Y/2,400, estrella, 4 hilos
- c. 12,000 volt, delta, 3 hilos

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN AÉREA	Versión:	2.2
	Fecha Aprob:	Nov-06