

REPÚBLICA DE PANAMÁ
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
JUNTA TÉCNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
(Ley 15 de 26 de Enero de 1959)



Resolución No.007 de 16 de enero de 2013

POR MEDIO DE LA CUAL SE ANEXAN LAS REGLAS ELÉCTRICAS DE SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y TRANSMISIÓN, (RESIDT) AL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RIE)

CONSIDERANDO:

Que la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura (JTIA) es una entidad de derecho público creada mediante la Ley 15 de 26 de enero de 1959, modificada por las leyes No.53 de 4 de febrero de 1993 y No.21 de 20 de junio de 2007, por la cual se regula el ejercicio de las profesiones de ingeniería y arquitectura.

Que el Literal k del Artículo 12 de la Ley 15 de 1959 establece que corresponde a la JTIA, interpretar y reglamentar la presente Ley en todos los aspectos de carácter estrictamente técnicos.

Que el Literal g del Artículo 27 del Decreto Ejecutivo No.257 de 3 de septiembre de 1965, que reglamenta la Ley 15 de 1959, establece que corresponde a la JTIA fijar los requisitos y las condiciones técnicas necesarias que deben seguirse en la elaboración de planos y especificaciones y en la ejecución en general de toda obra de ingeniería y arquitectura que se ejecute en el territorio de la República.

Que la Resolución de la JTIA No.832 de 9 de diciembre de 2009 (G.O. 26436-A de 29 de diciembre de 2009), nombra los a miembros del Comité Consultivo Permanente (CCP) para la actualización del Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RIE) de la República de Panamá.

Que mediante la Resolución de la JTIA No.860 de 1 de septiembre de 2010 (G.O. 26634 de 4 de octubre de 2010), se adopta por referencia el NFPA 70 NEC 2008 edición en español, como el nuevo documento base del Reglamento para las Instalaciones Eléctricas (RIE) de la República de Panamá, en reemplazo del NFPA 70 NEC 1999 edición en español.

Que el CCP-RIE, recomendó a la JTIA se incorpore al RIE, las *Reglas Eléctricas de Seguridad en las Instalaciones de Distribución y Transmisión (RESIDT)*, que han sido preparadas con la colaboración y asistencia técnica del IEEE Capítulo de Panamá y de la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA).

Con base a ello, en Reunión de 16 de enero de 2013, la JTIA, en uso de sus facultades legales:

RESUELVE:


PRIMERO: ADICIONAR al Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RIE), las Reglas Eléctricas de Seguridad en las Instalaciones de Distribución y Transmisión (RESIDT).

SEGUNDO: Que las Reglas Eléctricas de Seguridad en las Instalaciones de Distribución y Transmisión (RESIDT), serán expresadas en Anexo a esta Resolución.

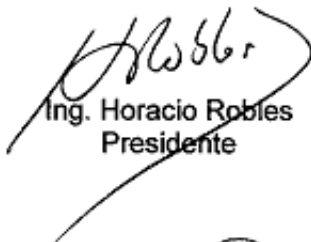
TERCERO: Esta Resolución empezará a regir a partir de su publicación en la Gaceta Oficial.

FUNDAMENTO DE DERECHO: Ley 15 de 1959, sus modificaciones y decretos reglamentarios

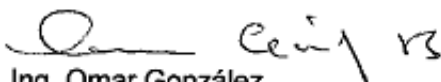
COMUNÍQUESE CÚMPLASE:




Ing. Gabriel Flores
Representante Suplente
de la Universidad Tecnológica




Ing. Horacio Robles
Presidente




Ing. Omar González
Representante del Colegio de Ingenieros
Electricistas, Mecánicos y de la Industria



Arq. Ricardo Robles D.
Representante del
Colegio de Arquitectos




Ing. Nicolás Real
Representante del
Colegio de Ingenieros Civiles



Arq. Lizandro Castrejon
Representante
de la Universidad de
Panamá

JUNTA TECNICA DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA
ES COPIA AUTENTICA
Panamá, 04 de marzo de 2013



DIRECTOR ADMINISTRATIVO



RESIDT

**REGLAS ELÉCTRICAS DE SEGURIDAD EN LAS
INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y TRANSMISIÓN
(RESIDT)**

**REGLAS ELÉCTRICAS DE SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES
DE DISTRIBUCIÓN Y TRANSMISIÓN. (RESIDT)**

**TITULO I
DISPOSICIONES GENERALES**

CAPITULO I

Artículo 1. OBJETIVO. El objetivo de esta norma es establecer las disposiciones, criterios y requerimientos mínimos para asegurar que la construcción, mejoras y expansión de las instalaciones de distribución y transmisión de energía eléctrica, se diseñen, construyan, operen y mantengan, garantizando la seguridad de las personas y bienes de terceros.

Artículo 2. ALCANCE Y APLICACION. Esta Norma será de aplicación obligatoria, en la República de Panamá, para todas las personas naturales ó jurídicas, que tengan relación con el diseño, construcción, supervisión, operación y mantenimiento de las instalaciones de distribución y transmisión de energía eléctrica, incluyendo sus mejoras, ampliaciones e instalaciones temporales. En el caso de instalaciones existentes, deben cumplir con los requerimientos y normas que en el momento de su diseño e instalación les eran aplicables. Cuando estas instalaciones existentes, sean sujeto de modificaciones, cambio de alineamiento, rediseño o la construcción de edificaciones en su cercanía, deben cumplir obligatoriamente con la presente norma. Por motivos de seguridad, la autoridad competente, si existe riesgo a la vida o conflictos con la presente norma, obligará a realizar las modificaciones a las instalaciones a la mayor brevedad posible.

Todas aquellas personas naturales o jurídicas, que diseñen y construyan obras de infraestructura civil relacionados con edificios, viviendas, galeras, estructuras, condominios, alcantarillados, vías de tránsito, puentes peatonales o vehiculares, vías férreas, al igual que estructuras menores como bohíos, parada de buses, letreros luminosos, vallas publicitarias, etc., deberán considerar el alcance y aplicación de esta norma para el diseño y desarrollo de sus respectivos proyectos. Las entidades, tanto privadas como

RESIDT

gubernamentales o municipales, encargadas de aprobar estos proyectos deberán velar por el cumplimiento de esta Norma.

Artículo 3. MATERIALES Y EQUIPOS. Las líneas y subestaciones de energía eléctrica, deberán utilizar materiales y equipos que cumplan con las normas de la JTIA y en especial del RIE, otras normas nacionales y municipales aplicables, las normas de la DGNTI (Dirección General de Normas y Tecnología Industrial) y de las Oficinas de Seguridad de los Cuerpos de Bomberos de Panamá. Se podrán utilizar como referencia normas internacionales vigentes correspondientes, tales como las Normas IEC, ANSI, NFPA, UL, IEEE, OSHA. Los materiales y equipos deberán resistir y soportar las condiciones mínimas operativas climáticas y ambientales imperantes, tales como corrosividad, contaminación, vientos fuertes, terremoto, etc., que garanticen la seguridad de las personas en esas condiciones.

Artículo 4. SISTEMA DE MEDIDA. En estas Normas debe utilizarse el Sistema Internacional de Unidades (SI). En caso de emplearse otro sistema de medida, se deberán incluir ambos, dando preferencia al SI.

Artículo 5. SERVIDUMBRES. Cuando un interesado requiera la constitución de una servidumbre eléctrica deberá proceder de acuerdo al ordenamiento legal, La Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) y el Ministerio Vivienda (MIVI). La administración de las servidumbres la realizará el MOP, los Municipios y las Oficinas de Seguridad de los Cuerpo de Bomberos.

CAPITULO II DEFINICIONES

Artículo 6. DEFINICIONES Y ACRONIMOS. Para los efectos de estas Normas se establecen las siguientes definiciones y acrónimos, las cuales se agregan a aquellas contenidas en el RIE, Resoluciones de la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura, y otras Normas técnicas vigentes. Deberá entenderse que otros términos no incluidos en estas definiciones se usan en el sentido o con el significado más aceptado en el lenguaje técnico.

ANSI: American National Standards Institute.

ASTM: American Society for Testing and Materials.

ASEP: Autoridad Nacional de los Servicios Públicos

ACSR: Conductor de aluminio con refuerzo de acero.

DGNTI: Dirección General Normas y Tecnología Industrial

Puesto A Tierra: Conectado a tierra o a cualquier conductor que pueda actuar como tierra.

Cable: Conjunto de Conductores protegidos con envolturas aislantes que sirven para transporte de energía eléctrica.

Conductor: Es un material, usualmente en la forma de alambre, cable o barra, capaz de conducir corriente eléctrica.

Conductor Aislado: Conductor cubierto con un material dieléctrico (que no sea aire) que tiene resistencia de aislamiento igual o mayor que la tensión del circuito en el cual el conductor es usado.

Conductor Protegido: Es el que tiene una cubierta, para protección mecánica, cuya rigidez dieléctrica nominal es desconocida, o es menor que la requerida para la tensión del circuito en el que el conductor se usa.

Conductor Con Pantalla: Es el que tiene una envoltura que encierra al conductor de un cable y provee una superficie equipotencial con el aislamiento del cable.

Conductor En Línea Expuesta: Conductor utilizado en un tipo de construcción de línea de suministro eléctrico o de comunicación en la cual el conductor está

RESIDT

desnudo, cubierto o aislado y sin pantalla aterrizada, soportado por la estructura.

Conductor De Soporte: Un conductor neutral cuyo propósito es soportar otros conductores así como ser parte del circuito eléctrico.

JTIA: Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

RIE: Reglamento para las Instalaciones Eléctricas expedido por la JTIA.

Distancia de Seguridad: Es la distancia mínima establecida entre superficies, de un objeto energizado y otro energizado o no, o persona, para garantizar que el segundo objeto o persona no se encuentre en riesgo de recibir descargas eléctricas desde el primero.

Eficazmente Puesto ó Conectado a Tierra: Intencionalmente conectado a tierra a través de una conexión a Tierra o conexión de suficiente baja impedancia y de capacidad de conducción de corriente para limitar la formación de tensiones a niveles menores de aquellos que resultarían en daños a las personas o a los equipos conectados.

Estructura: Es la unidad principal de soporte, generalmente se aplica al poste o torre adaptado para ser usado como medio de suspensión de líneas aéreas de energía eléctrica.

Flecha: Es la distancia vertical medida de un conductor a la línea recta imaginaria que une los dos puntos de soporte del conductor en las estructuras. A menos que se diga lo contrario, la flecha es la que corresponde a la medida en el punto medio del vano.

Flecha Inicial Sin Carga: La flecha de un conductor antes de aplicarle cualquier carga externa.

Flecha Final: Es la flecha de un conductor bajo condiciones específicas de carga y temperatura aplicadas, después de que dicho conductor ha estado sujeto, durante un apreciable periodo de tiempo, a las condiciones de carga prescritas para la zona de carga en la que está instalado o bien después de que se le ha aplicado, durante un lapso mínimo, una carga equivalente y que ésta haya sido removida, la flecha final incluye el efecto de la deformación inelástica.

Flecha Final Sin Carga: Es la flecha de un conductor después de que ha estado sujeto, durante un apreciable periodo de tiempo, a las condiciones de carga prescritas para la zona de carga en la que está instalado, o bien después de que se le ha aplicado, durante un lapso mínimo, una carga equivalente y que ésta haya sido removida, la flecha final sin carga incluye el efecto de la deformación inelástica.

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Línea Aérea: Es una adaptación de componentes, destinados al transporte de energía eléctrica. Está constituida por conductores desnudos, forrados o aislados, tendidos en espacios abiertos y que están soportados por estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los conductores.

Línea De Suministro Eléctrico: Son los conductores utilizados para conducir energía eléctrica incluyendo sus estructuras de soporte. Estas líneas pueden ser aéreas o subterráneas.

Mensajero: Es un alambre de soporte sólido o trenzado para líneas de comunicación o de suministro eléctrico, que soporta, además de su propio peso, el peso de uno o más conductores o cables. No forma parte del circuito eléctrico.

NEC: National Electrical Code. (NFPA 70)

NESC: National Electrical Safety Code. (IEEE C2)

RESIDT

NFPA: National Fire Protection Association.

Persona Idónea: Persona que ha recibido la licencia o certificado de idoneidad por expedida por la JTIA, para realizar el diseño, construcción, operación y/o mantenimiento de una determinada instalación eléctrica.

Potencial de Toque o de Contacto: Es la diferencia de potencial que podría experimentar una persona a través de su cuerpo cuando se presenta una corriente de falla en la subestación eléctrica y al mismo tiempo tiene una mano o parte de su cuerpo en contacto con una estructura puesta a tierra.

Potencial de Paso: Es la diferencia de potencial que podría experimentar una persona entre sus pies con separación de 1 m, cuando se presenta una corriente de falla en una estructura cercana puesta a tierra, pero no se tiene contacto con ella.

RESIDT: Reglas Eléctricas de Seguridad en las Instalaciones de Distribución y Transmisión expedida por la JTIA

SI: Sistema Internacional de Unidades.

Libranza o Descargo: Acción de dejar un equipo sin potencial eléctrico, vapor, agua a presión y otros fluidos peligrosos para el personal, aislando completamente el resto del equipo mediante interruptores, cuchillas, fusibles, válvulas y otros dispositivos, asegurándose además contra la posibilidad de que accidental o equivocadamente pueda quedar energizado o a presión valiéndose para ello de bloqueos y colocación de tarjetas de seguridad.

Sistema de Puesta a Tierra: Es un sistema de conductores, de los cuales uno de ellos o un punto de los mismos está efectivamente aterrizado, ya sea en forma sólida o a través de un dispositivo limitador de corriente ininterrumpible.

Subestación de Energía Eléctrica ó Subestación: Es la instalación ubicada en un ambiente específico y protegido, compuesta por equipos tales como; seccionadores, interruptores, barras, transformadores, etc., a través de la cual la energía eléctrica se transmite con el propósito de conmutarla ó modificar sus características.

Tensión o Voltaje: La mayor diferencia de potencial media cuadrática efectiva (RMS), entre dos conductores o entre un conductor y tierra.

Vano: Distancia horizontal entre dos estructuras consecutivas.

TITULO II

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO Y SEGURIDAD

CAPITULO I

LINEAS AEREAS

Artículo 7. Objetivo. Este capítulo contiene los requisitos que deben cumplir el diseño y la construcción de líneas aéreas de distribución y transmisión de energía eléctrica y sus equipos asociados, con la finalidad de obtener la mayor seguridad y protección para las personas y bienes.

Artículo 8. Ruta. La construcción de las líneas aéreas de energía eléctrica, requiere del diseño de la trayectoria, sin menoscabo de la seguridad, operación, mantenimiento y accesibilidad; para lo cual, además de los factores técnicos y económicos, deberá cumplir con los requisitos siguientes:

8.1 Tramos rectos: El diseño deberá dar preferencia al trazo rectilíneo.

8.2 Alineamiento de postes. En las poblaciones urbanizadas, carreteras y caminos todas las estructuras procuraran quedar alineadas dentro de las servidumbres eléctricas.

8.3 Cruce de vías. Minimícese el número de cruces con otros derechos de vías tales como: Vías férreas, carreteras y calles, líneas de comunicaciones, canales

RESIDT

navegables, etc. Cuando sea necesario realizar los cruces de vías, estos deberán realizarse de preferencia perpendicularmente al derecho de vía.

8.4 Paso sobre vivienda existente. Se prohíbe la instalación de líneas aéreas de cualquier nivel de tensión sobre viviendas.

8.5 Construcción de obras civiles debajo de líneas existentes. Dentro del derecho de servidumbre de líneas aéreas no podrá construirse edificaciones, excepto las casetas de paradas de buses y estructuras similares aprobadas por la Autoridad Competente.

8.6 Interferencias Eléctricas. El diseño de las líneas deberá respetar los criterios así como las distancias recomendadas normas nacionales e internacionales, para evitar o minimizar las interferencias eléctricas en componentes ajenos a la red eléctrica.

8.7 Accesos a inmuebles en zonas urbanas. La Distribuidora deberá prevenir la obstaculización de los accesos a los inmuebles. Si en el momento del diseño de la red, los inmuebles afectados no tuvieran definidos sus accesos, las estructuras deberán ser ubicadas frente a los límites de propiedad en donde estos colindan.

8.8 Señalización de líneas. Cuando por razones de la topografía del terreno los vanos de las líneas sean muy largos o queden a alturas considerables de la superficie del suelo, o cuando se construyan líneas aéreas en lugares de tránsito aéreo de baja altura (avionetas o helicópteros), los conductores deberán tener señalizaciones adecuadas para hacerlos visibles.

Artículo 9. Relaciones entre líneas. Cuando se considere la construcción de dos ó más líneas aéreas, o de una línea aérea con una de comunicaciones, utilizando las mismas estructuras, se deberá cumplir con los siguientes requerimientos;

9.1 La línea de mayor tensión deberá preferiblemente quedar en la parte superior;

9.2 Cuando se trate de líneas aéreas de suministro eléctrico y de comunicación, las primeras deberán estar en los niveles superiores y conservar su misma posición en todo su trayecto, considerando las transposiciones necesarias de los conductores;

9.3 La estructura deberá diseñarse con la adecuada resistencia mecánica o con las retenidas o vientos adecuados al cálculo de carga de diseño, y de tal forma, que no obstruya los trabajos de mantenimiento.

9.4 La distancia de seguridad de línea a línea deberá estar de acuerdo a la Tabla No. 7 de estas Reglamentaciones;

Artículo 10. Accesibilidad a líneas aéreas. Para efectos de operación y mantenimiento, el diseño de las líneas aéreas deberá considerar que éstas tengan camino de acceso, en cualquier época del año, al personal y equipo requerido.

Artículo 11. EQUIPO ELÉCTRICO CONECTADO A LA LÍNEA.

11.1 Accesibilidad. Las conexiones, derivaciones y el equipo eléctrico conectado a las líneas aéreas, tales como: transformadores, reguladores, interruptores, cortacircuitos, fusibles, seccionadores, pararrayos, capacitores, equipos de control, etc., deberán estar dispuestos de tal forma que sean accesibles en todo momento al personal idóneo autorizado por él;

11.2 Indicación de posición de operación. Los interruptores, cortacircuitos, seccionadores, etc., deberán indicar claramente, en el dispositivo o en el control, su posición de "abierto" o "cerrado", ya sea que se encuentren dentro de gabinetes o estén descubiertos;

RESIDT

11.3 Fijación de operación. Con la finalidad de evitar operaciones indeseadas, los interruptores, seccionadores, etc., deberán estar provistos de mecanismos de seguridad que permitan asegurar su posición de “abierto” o “cerrado”;

11.4 Transformadores y equipos montados en las estructuras. La parte más baja de los transformadores y equipos montados en estructuras, deberá estar a una altura mínima sobre el nivel del suelo de acuerdo a lo establecido en la Tabla No. 10 de estas Reglamentaciones;

Artículo 12. AISLAMIENTO DE LA LÍNEA.

12.1 Cuando no sea posible cumplir las distancias mínimas de seguridad estipuladas en esta Norma, únicamente por la presencia de árboles, vegetación ó áreas protegidas, los conductores eléctricos y otras superficies energizadas asociadas a las líneas, deberán ser protegidos o aislados para la tensión de operación;

12.2 Para el diseño del aislamiento de las líneas aéreas deberá seleccionarse aisladores que minimicen saltos de arco eléctrico en condiciones de operación, sobre tensiones transitorias, humedad, temperatura, lluvia o acumulaciones de suciedad, sal y otros contaminantes;

12.3 Los aisladores podrán ser de porcelana, vidrio, polímero u otro material que tengan características mecánicas y eléctricas equivalentes o superiores que los antes mencionados. Deberán estar identificados por su fabricante ya sea con su nombre comercial, con un número de catálogo, u otro medio, de tal forma que permita determinar sus propiedades eléctricas y mecánicas a través de catálogos u otros medios;

12.4 Los aisladores deberán tener suficiente resistencia mecánica para soportar esfuerzos mecánicos a los que están sometidos por: cargas máximas de viento, severo abuso mecánico, descargas electro atmosféricas, arcos de energía eléctrica y condiciones de contaminación desfavorable (salinidad, corrosión, gases y lluvia ácida, humo, polvo, neblina, etc.), sin exceder los siguientes porcentajes de su resistencia mecánica a la ruptura;

- A) Torsión 40 %
- B) Compresión 50 %
- C) Tensión 50 %

12.5 El nivel de aislamiento de los aisladores. Los valores de tensión de flameo en seco de un aislador o de una cadena de aisladores cuando se prueban de acuerdo con la Norma ANSI C29.1-2002 (TEST METHODS FOR ELECTRICAL POWER INSULATORS) o similar, no deben ser inferiores que los presentados en la tabla “A”. En zonas en donde las descargas electro atmosféricas son severas o existen condiciones de contaminación atmosférica alta u otra condición de contaminación desfavorable, deben usarse aisladores con tensiones de flameo en seco adecuadas a esas condiciones y no menores a los indicados en la tabla “A”.

TABLA “A”
TENSIONES MINIMAS DE FLAMEO EN SECO, DE AISLADORES

Tensión Nominal entre fases (kV)	Tensión mínima de prueba (kV)	Tensión Nominal entre fases (kV)	Tensión mínima de prueba (kV)	Tensión Nominal entre fases (kV)	Tensión mínima de prueba (kV)	Tensión Nominal entre fases (kV)	Tensión mínima de prueba (kV)
0.75	5	13.2	55	46	125	138	390
2.4	20	23.0	75	69	175	161	445
6.9	39	34.5	100	115	315	230	640

12.6 Los aisladores deberán cumplir con la Norma ANSI C29.1 o similar.

Artículo 13. PUESTA A TIERRA DE CIRCUITOS, ESTRUCTURAS Y EQUIPO. La puesta a tierra indicada a continuación, deberá efectuarse de

RESIDT

conformidad con los métodos indicados en el TÍTULO II, Capítulo IV de estas Reglas.

13.1 Conductor neutral. Todos los conductores utilizados como neutral en circuitos primarios, secundarios y líneas de servicio deben estar eficazmente conectados a tierra. Esto no aplica para aquellos circuitos diseñados para dispositivos de detección de fallas a tierra y con impedancia limitadora de corriente;

13.2 Partes no portadoras de corriente. Las estructuras metálicas, incluyendo postes de alumbrado; las canalizaciones metálicas; los marcos, carcasas y soportes del equipo de líneas aéreas; las cubiertas metálicas de los cables aislados; las palancas metálicas para operación de equipo, así como cables mensajeros, estarán efectivamente conectados a tierra de tal manera que durante su operación no ofrezcan peligro a las personas. Puede omitirse esta puesta a tierra en casos especiales, cuando así lo requiera la operación del equipo, siempre que existan protectores o tengan otra clase de aislamiento que impidan el contacto de personas o animales con dichas partes metálicas, o bien cuando éstas quedan fuera de su alcance, a una altura mayor de 2.5 m;

13.3 Retenidas. Las retenidas también deberán cumplir con lo indicado en el párrafo anterior, cuando formen parte de estructuras que soporten circuitos de más de 300 V o estén expuestas a contacto con dichos circuitos. Esta disposición no es aplicable en los siguientes casos:

A) Cuando las retenidas tengan uno o más aisladores, siempre que estos cumplan con lo indicado en el Artículo 20, inciso 20.4, literales E, F, & G y;

B) Cuando la estructura soporte exclusivamente cables aislados.

Artículo 14. CONDUCTORES

14.1 Los conductores deberán ser de un material o una combinación de materiales que minimicen la corrosión por causa de las condiciones ambientales y la degradación por rayos ultravioletas;

14.2 Las líneas aéreas se instalarán como regla general, con conductores desnudos. En caso de usar conductores cubiertos de una capa aislante, ésta deberá ser resistente a la acción atmosférica y a la degradación por rayos ultravioleta;

14.3 Al seleccionar los conductores desnudos con base a su capacidad de corriente, se recomienda no sobrepasar los valores, que han sido determinados con base a las propiedades físicas del material, bajo ciertas condiciones de temperatura ambiente y de elevación de temperatura del propio conductor.

La Tabla No. 1 muestra valores máximos de capacidad de conducción de corriente, para los calibres de conductores de cobre y aluminio desnudos más usuales en líneas aéreas. Estas capacidades corresponden a 75°C de temperatura total en el conductor, operando a un régimen de carga constante.

RESIDT

TABLA No. 1
CAPACIDAD MÁXIMA DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE EN CONDUCTORES
DESNUDOS DE COBRE, ACSR Y ALUMINIO.

CALIBRE AWG o MCM	COBRE (*) (AMPERES)	ACSR (AMPERES)	ALUMINIO (AMPERES)	CALIBRE AWG o MCM	COBRE (*) (AMPERES)	ACSR (AMPERES)	ALUMINIO (AMPERES)
8	90	-	-	336.4	-	530	520
6	130	100	98	477.0	-	670	650
4	180	140	130	636.0	-	780	760
2	240	180	180	795.0	-	910	880
1/0	310	230	235	954.0	-	1010	970
2/0	360	270	275	1113.0	-	1110	1100
3/0	420	300	325	1351.0	-	1250	1230
4/0	490	340	375	1510.5	-	1340	1375
266.8	-	460	445	1590.0	-	1380	1600

BASES:
1) Temperatura total máxima en el conductor: 75°C
2) Temperatura ambiente: 25°C
3) Velocidad del viento: 0.6 m/s
4) Factor de emisividad: 0.5
5) Frecuencia: 60 Hertz
6) (*): Conductor de cobre duro con 97.3% de conductividad

Artículo 15. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD.

15.1 Generalidades:

A) Aplicación. Este artículo cubre las distancias mínimas de seguridad de las situaciones más comunes, de líneas aéreas de suministro eléctrico y de comunicaciones y tiene la intención de desarrollar una doble función bajo las condiciones de operación esperadas:

- 1) Limitar la posibilidad de contacto por personas con los circuitos, líneas o equipos;
- 2) Impedir que las instalaciones de una empresa de distribución o transmisión, pública o privada entren en contacto con, las instalaciones de otra o con la propiedad pública o privada.

B) Medición de distancias y espaciamientos: Para referirse a la separación entre conductores y sus soportes, estructuras, construcciones, nivel del suelo, etc., se usan en este artículo los términos distancia y espaciamiento. A menos que se diga otra cosa, todas las distancias deben medirse de superficie a superficie y todos los espaciamientos se deberán medir de centro a centro. Para propósito de medición de las distancias, los herrajes y accesorios que estén energizados debido a su conexión eléctrica a los conductores de la línea, se deben considerar como parte integral de los mismos conductores. Las bases metálicas de las terminaciones, pararrayos y de equipos similares deben ser consideradas como parte de la estructura de soporte.

C) Cables aéreos de suministro: Las distancias para los tipos de cables descritos en los siguientes subincisos, así como para sus empalmes y derivaciones, pueden ser menores que las establecidas para conductores desnudos de la misma tensión eléctrica, siempre que sean capaces de soportar pruebas conforme a normas vigentes aplicables.

- 1) Cables aéreos de cualquier tensión que tengan cubierta o pantalla metálica continua efectivamente puesta a tierra, o bien cables diseñados para operar en un sistema de conexión múltiple a tierra de 22 kV ó menos, que tengan una pantalla semiconductor sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero neutro desnudo efectivamente puesto a tierra;
- 2) Cables aéreos de cualquier tensión no incluidos en el subinciso anterior, que tengan una pantalla semiconductor continua sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero desnudo efectivamente conectado a tierra;

RESIDT

3) Cables aéreos aislados sin pantalla sobre el aislamiento, que operen a tensiones no mayores de 5 kV entre fases o 2.9 kV de fase a tierra.

D) Conductores aéreos protegidos: Los conductores aéreos protegidos deben ser considerados como desnudos para todos los requisitos de distancias, excepto en lo que se refiere al espaciamiento entre conductores de la misma fase o de diferentes circuitos, incluyendo conductores conectados a tierra. El espaciamiento para conductores protegidos puede ser menor que el mínimo requerido para conductores desnudos, siempre y cuando sean propiedad de la misma empresa y que su cubierta provea suficiente resistencia dieléctrica para prevenir corto circuitos en caso de contacto momentáneo entre conductores, o entre éstos y el conductor conectado a tierra.

E) Conductor neutral:

1. Los conductores neutrales efectivamente conectados a tierra a lo largo de la línea, cuando estén asociados con circuitos hasta de 22 kV a tierra, pueden considerarse, para fines de fijar su distancia y altura como conductores mensajeros o retenidas.

2. Todos los otros conductores neutrales deben tener la misma distancia y altura que los conductores de fase de sus respectivos circuitos.

F) Circuitos de corriente alterna y continua: Las disposiciones de este artículo son aplicables tanto a circuitos de corriente alterna como de corriente continua. En los circuitos de corriente continua, se deben aplicar las mismas distancias establecidas para los circuitos de corriente alterna que tengan la misma tensión de cresta a tierra.

15.2 Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua. Los requisitos de este numeral se refieren a la altura mínima que deben guardar los conductores y cables de líneas aéreas, respecto del suelo, agua y parte superior de los rieles de vías férreas:

A) Aplicación. Las distancias verticales deben ser como mínimo las indicadas en la Tabla No.2 y se aplican bajo las siguientes condiciones:

1) La condición que ocasione la mayor flecha final: temperatura en los conductores de 50°C, sin desplazamiento de viento, o la temperatura máxima del conductor para la cual fue diseñada la operación de la línea sin desplazamiento de viento, cuando esta temperatura es mayor de 50°C;

2) Flecha final sin carga, en reposo;

B) Distancias adicionales para conductores.

1) Para tensiones entre 22 y 470 kV, la altura básica de los conductores especificada en la Tabla No. 2 deberá incrementarse 0.01m por cada kV en exceso de 22 kV. Todas las distancias para tensiones mayores de 50 kV deben ser basadas en la máxima tensión de operación.

2) Para tensiones mayores de 50 kV, la distancia adicional del inciso anterior deberá aumentarse tres por ciento (3%) por cada 300 m de altura en exceso de 1,000 m sobre el nivel del mar.

RESIDT

TABLA No. 2
DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD VERTICALES DE CONDUCTORES SOBRE
VIAS FERREAS, EL SUELO O AGUA

Naturaleza de la superficie bajo los conductores	Conductores de comunicación aislados, retenidas, aterrizadas, conductores neutros y cables eléctricos aislados (m)	Cables suministradores aislados de más de 750 V y conductores suministradores en línea abierta de 0 – 750 V (m)	Conductores suministradores en línea abierta arriba de 750 V a 22 kV. (m)	Conductores suministradores en línea abierta arriba de 22 a 470 kV. (m)
Vías férreas	7.2	7.5	8.1	8.1 + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV.
Carreteras, calles, caminos y otras áreas usadas para tránsito	4.7	5.0	5.6	5.6 m + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV.
Aceras o caminos accesibles sólo a peatones	2.9	3.8	4.4	4.4 m + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV.
Aguas donde no está permitida la navegación	4.0	4.6	5.2	5.2 m + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV.
Aguas navegables incluyendo lagos, ríos, estanques, arroyos y canales con un área de superficie sin obstrucción de: a) Hasta 8 ha b) Mayor a 8 hasta 80 ha c) Mayor de 80 hasta 800 ha d) Arriba de 800 ha	5.3 7.8 9.6 11.4	5.6 8.1 9.9 11.7	6.2 8.7 10.5 12.3	6.2/8.7/10.5 ó 12.3 m + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV

Nota: todas las tensiones son dadas de fase a tierra

15.3 Distancias de seguridad entre conductores soportados por diferentes estructuras:

A) Generalidades. Cuando sea práctico, los cruces de conductores deben hacerse en una misma estructura. De otra forma, la distancia en cualquier dirección entre conductores que se crucen o sean adyacentes, soportados en diferentes estructuras, no deberá ser menor que la distancia requerida en la Tabla No. 3;

B) Consideraciones. Las distancias básicas, horizontales y verticales, especificadas en este numeral, deberán ser determinadas en el punto de mayor acercamiento entre los dos conductores, considerando las posibles posiciones de los mismos dadas por el movimiento generado por las condiciones siguientes:

- 1) A 15 °C sin desplazamiento de viento, flecha inicial y final sin carga.
- 2) Con el conductor desplazado del punto de reposo por una presión de viento de 29 kg/m², con una flecha inicial y final a 15 °C.
- 3) Flecha final, con una de las siguientes condiciones de carga, aquella que produzca la mayor flecha: a 50 °C sin desplazamiento de viento o a la temperatura máxima del conductor para la cual fue diseñada la operación de la línea sin desplazamiento de viento, cuando esta temperatura es mayor de los 50 °C.
- 4) La dirección supuesta del viento, será aquella que produzca la distancia más crítica.

C) Distancia Horizontal. La distancia horizontal en cruzamientos o entre conductores adyacentes soportados por diferentes estructuras, deberá ser cuando menos de 1.50 m. Para tensiones mayores de 129 kV se deberá incrementar esta distancia en 0.01 m por cada kV en exceso de 129 kV.

RESIDT

- D) Distancia Vertical.
- 1) Requerimientos. La distancia vertical entre conductores que se crucen o sean adyacentes, soportados en diferentes estructuras, deberá ser cuando menos la indicada en la Tabla No. 3.
- 2) Tensiones mayores de 22 kV. La distancia mínima de seguridad entre los conductores deberá ser incrementada por la suma de lo siguiente: para los conductores del nivel superior entre 22 y 470 kV la distancia mínima de seguridad deberá ser incrementada en 0.01m por cada kV en exceso de 22 kV. Para los conductores del nivel inferior se deberá proceder de la misma manera. Esta distancia adicional debe ser calculada considerando que para tensiones mayores de 50 kV se deberá utilizar la máxima tensión de operación y si la tensión es menor de 50 kV se deberá utilizar la tensión nominal. El anterior incremento deberá aumentarse en un 3% por cada 300m de altura en exceso de 1,000 m sobre el nivel del mar para tensiones mayores de 50 kV.

TABLA N° 3				
DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD VERTICALES ENTRE				
CONDUCTORES Y CABLES SOPORTADOS POR DIFERENTES ESTRUCTURAS				
NIVEL SUPERIOR				
	CONDUCTORES NEUTRALES Q CUMPLEN CON 18.1E1, RETENIDAS AÉREAS (M)	CABLES Y CONDUCTORES MENSAJEROS RETENIDAS DE DE COMUNICACIÓN (M)	CONDUCTORES SUMINISTRADORES DE LÍNEAS ABIERTA DE 0 A 750V. (M)	CONDUCTORES SUMINISTRADORES DE LÍNEA ABIERTA DE 750 V -22 KV (M)
NIVEL INFERIOR				
CONDUCTORES NEUTRALES Q CUMPLEN CON 18.1E1, RETENIDAS AÉREAS	0.60(1)	0.6 (1)	0.6	0.6
CABLES Y CONDUCTORES, MENSAJEROS RETENIDAS DE COMUNICACIÓN	-	0.60(1)	1.2	1.5
CONDUCTORES SUMINISTRADORES DE LÍNEA ABIERTA DE 0 750	-	-	0.6	0.6
CONDUCTORES SUMINISTRADORES DE LÍNEA ABIERTA DE 750 V-22 KV	-	-	-	0.6
Notas:				
(1) La distancia puede ser reducida cuando ambas retenidas estén eléctricamente interconectadas				
(2) Las tensiones son de fases a tierra para circuitos efectivamente aterrizados				

- 15.4 Distancias de seguridad de conductores a edificios y otras instalaciones:
- A) Aplicación.
- 1) Distancias Vertical y Horizontal (Sin desplazamiento de viento): Las distancias, horizontal y vertical, especificadas en los incisos 15.4B y 15.4C, aplican para cualquiera de las condiciones de temperatura del conductor y cargas que produzca el mayor acercamiento. El inciso 15.4A1 (i) y 15.4A1 (ii) aplica por encima y a lo largo de la instalación; el inciso 15.4A1 (iii) aplica debajo y a lo largo de la instalación. :
- (i) A 50° C sin desplazamiento de viento, flecha final;

RESIDT

(ii) A la temperatura máxima del conductor para la cual la línea fue diseñada para operar, si ésta es mayor a 50° C, sin desplazamiento de viento, flecha final;

(iii) A la temperatura mínima del conductor para la cual la línea fue diseñada, sin desplazamiento de viento, flecha inicial.

2) Distancia Horizontal: Debe aplicarse con el conductor desplazado de su posición en reposo, por una presión de viento de 29 kg/m² con flecha final a 15° C. El desplazamiento de los conductores deberá incluir la inclinación de la cadena de aisladores de suspensión con movimiento libre, cuando estos se usen.

3) Transición entre distancias horizontal y vertical: La distancia de seguridad horizontal predomina sobre el nivel del punto superior de una instalación al punto donde la diagonal se iguala a los requerimientos de distancia de seguridad vertical. De forma similar, la distancia de seguridad horizontal predomina por encima o por debajo de las proyecciones de anuncios u otras instalaciones al punto donde la diagonal se iguala a los requerimientos de la distancia de seguridad vertical.

Excepción: Donde la distancia de seguridad horizontal es mayor que la distancia de seguridad vertical, la distancia de seguridad vertical predomina más allá del nivel del techo o punto superior de una instalación ó proyección de una instalación al punto donde la diagonal iguala los requerimientos de la distancia de seguridad horizontal.

B) Distancia de Conductores y cables a otras estructuras de soporte. Los conductores y cables que pasen próximos a estructuras de alumbrado público, de soporte de semáforos o de soporte de una segunda línea, deben estar separados de cualquier parte de esas estructuras por distancias no menores que las siguientes:

1) Una distancia horizontal, sin viento, de 1.50 m para tensiones de hasta 50 kV;

2) Una distancia vertical de 1.40 m para tensiones menores de 22 kV y de 1.70 m para tensiones entre 22 kV y 50 kV.

Para conductores neutrales, mensajeros, retenidas y cables que tengan cubierta o pantalla metálica continua, puesta efectivamente a tierra, y la tensión no exceda de 300 V a tierra, estas distancias pueden reducirse a 0.90 y 0.60 m, respectivamente.

C) Distancia de conductores y partes energizadas a edificios, anuncios, carteleras, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones excepto puentes.

1) Distancias de seguridad vertical y horizontal:

(i) Distancias de seguridad. Los conductores y partes energizadas pueden ser colocadas adyacentes a los elementos mencionados, siempre y cuando las distancias verticales y horizontales no sean menores que las indicadas en la Tabla No. 4, bajo las condiciones mencionadas en el numeral 15.4A1.

(ii) Distancia horizontal bajo condiciones de desplazamiento por el viento. Cuando los conductores son desplazados de su posición de reposo por el viento, bajo las condiciones expuestas en el numeral 15.4A2, las distancias de seguridad de esos conductores y cables a los elementos antes mencionados no deben ser menores que los valores expuestos en la Tabla No. 3A :

RESIDT

TABLA 3A
DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD DE CONDUCTORES Y CABLES A
EDIFICIOS, ANUNCIOS, CARTELES CHIMENEAS, ANTENAS DE RADIO Y
TELEVISIÓN Y OTRAS INSTALACIONES

Conductor o Cable	Distancia de seguridad horizontal requerida cuando es desplazada por el viento m
Conductores de suministro en línea abierta, 0 a 750kv	1.1
Cable que cumple con 18.1 C2, mayor de 750V	1.1
Cable que cumple con 18.1 C3, mayor de 750V	1.1
Conductores de suministro de línea abierta con tensión a 750V hasta 22KV	1.4

- 2) Protección de Conductores de suministro y partes energizadas rígidas:
Cuando no se puede cumplir con las distancias previstas en la Tabla No. 4, estos elementos deben ser aislados.
- 3) Conductores adheridos o fijados a edificios u otras instalaciones:
Cuando ocurra que conductores de suministro estén permanentemente fijados a un edificio u otra instalación por requerirse para la prestación del servicio, tales conductores deben llenar los siguientes requisitos cuando estén sobre o a lo largo de la instalación a la cual el conductor esté fijado.
- (i) Conductores energizados de acometidas de servicio entre 0 a 750 V, incluyendo derivaciones, deben estar aislados o cubiertos conforme artículo 15, numeral 15.1C ó 15.1D. Este requisito no aplica a conductores neutrales;
- (ii) Conductores de más de 300 V a tierra, deberán estar protegidos, cubiertos (encerrados), aislados ó inaccesibles;
- (iii) La distancia de seguridad de conductores a soportes deberá cumplir con lo establecido en la Tabla No. 9;
- (iv) Los Conductores de acometida para el servicio incluyendo vueltas para goteo, no deben ser accesibles con facilidad, y cuando no sean mayores de 750 V, deben tener una distancia de seguridad no menor de 2.45 m desde el punto más alto del techo o balcón sobre el que pasa.
- Excepción No. 1: Si la tensión entre conductores no excede los 750 V o donde los cables cumplen con 15.1C2 y 15.1C3 y la tensión no excede los 750 V y el techo o balcón no es fácilmente accesible, la distancia de seguridad puede ser de hasta 0.90 m. Un techo o balcón es considerado fácilmente accesible a peatones si a este se puede tener acceso casualmente a través de puertas, ventanas, rampas o escaleras sin que la persona realice un extraordinario esfuerzo físico o emplee herramienta especial.
- Excepción No. 2: Cuando un techo o balcón no es fácilmente accesible, y la acometida cumple una de las siguientes condiciones: Pasa sobre el techo de la vivienda para terminar en un accesorio de acometida, el cual no debe estar a más de 1.20 m, medido horizontalmente, de la orilla más cercana del techo; Se debe mantener una distancia mínima vertical de 0.46 m del punto más bajo de la acometida al techo y a 1.80 m medidos horizontalmente desde el accesorio de la acometida en dirección del cable de acometida, debe haber una distancia vertical mínima de 0.90 m, medidos desde el cable de acometida hacia el techo (Figura No.1)
- i) Tensión entre conductores de 300 V ó menos, ó
- ii) Cables de 750 V ó menos que cumplan con 15.1C2 ó 15.1C3.

RESIDT

(b) 0.90 m en cualquier dirección de ventanas, puertas, pórticos, salida de incendio o localizaciones similares.

Excepción No. 1: No aplica para conductores de acometida que cumplen con 15.IC3 sobre el nivel superior de una ventana.

Excepción No. 2: No aplica para ventanas diseñadas para no poderse abrir.

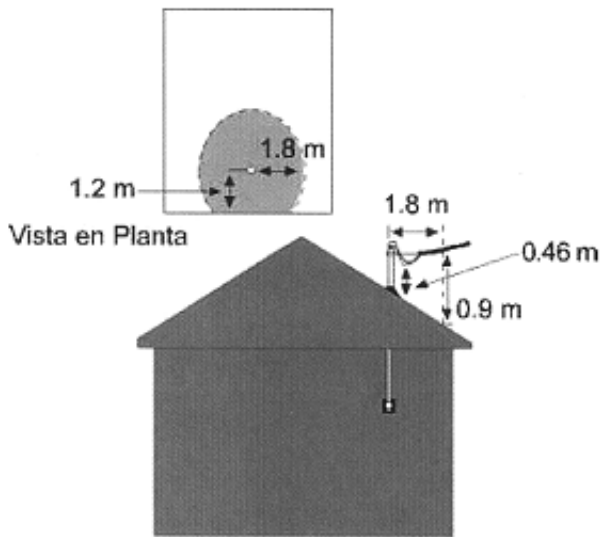


FIGURA No. 1
Distancia de Seguridad de Acometidas
de Hasta 750V.

- D) Distancias adicionales para tensiones mayores de 22 kV.
- 1) Para tensiones entre 22 y 470 kV, la distancia de los conductores especificada en la Tabla No. 4 deberá incrementarse 0.01m por cada kV en exceso de 22 kV. Todas las distancias para tensiones mayores de 50 kV deben ser basadas en la máxima tensión de operación.
 - 2) Para tensiones mayores de 50 kV, la distancia adicional del inciso anterior, deberá aumentarse tres por ciento (3%) por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar.

RESIDT

TABLA 4

Separaciones de alambres, conductores, cables y partes energizadas no protegidas adyacentes pero no unidas a edificios y otras instalaciones excepto puentes
(los voltajes indicados son de fase a tierra para circuitos efectivamente puestos a tierra y los circuitos en que todas las fallas a tierra son despejadas por medio de la desenergización de la sección en que se ha producido la falla, tanto al inicio como las subsiguientes operación de los interruptores de protección)
Estas separaciones son aplicables a casos en que no se considera el viento, excepto cuando se indica las notas al pie.

Separación de	Conductores y Cables de Comunicación Aislados; Mensajeros; alambres de protección contra rayos; retenidas puestas a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas a 300 V ^{1,2} ; Conductores neutrales efectivamente puestos a tierra, cables de servicio con mensajero aterrizado ³ .	Cables de Servicio de 0 a 750 V con pantalla o con mensajero puesto a tierra ⁴	Para energizadas no protegidas de 0 a 750 V; conductores de comunicación no aislados, carcasa de equipos no puestas a tierra de 9 a 750 V y retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores abiertos de suministro de 300 V a 750 V ²	Cables de suministro de más de 750 V con pantalla o con mensajero puesto a tierra; conductores de servicio abiertos de 0 a 750V	Partes energizadas no protegidas de más de 750 V y menos de 22 kV, carcasa de equipos no puestas a tierra de 750 V a 22 kV, retenidas no puestas a tierra, expuestas a voltajes de 750v a 22 kV ⁵	Conductores de suministro abiertos de entre 750 v y 22kV
1. Edificios						
a. Horizontal						
(1) A paredes, proyecciones y ventanas protegidas	1.40 m ^{1,2,3}	1.50 m ^{1,3}	1.50 m ^{1,3}	1.70 m ^{1,5}	2.00 m ^{1,3}	2.30 m ^{1,2,3,11}
(2) Ventanas no protegidas ⁶	1.40 m	1.50 m	1.50 m	1.70 m ⁶	2.00 m	2.30 m ^{10,11}
(3) Balcones y áreas fácilmente accesibles a peatones ³	1.40 m	1.50 m	1.50 m	1.70 m ⁷	2.00 m	2.30 m ^{10,11}
b. Vertical ⁸						
(1) Sobre o bajo techos o proyecciones del techo no fácilmente accesibles a ¹	0.9m	1.07 m	3.0 m	Prohibido	Prohibido	Prohibido
(2) Sobre o bajo techos o proyecciones del techo fácilmente accesibles a peatones ³	3.2 m	3.4 m	3.4 m	Prohibido	Prohibido	Prohibido
(3) Sobre techos accesibles a camiones ⁹	3.2 m	3.4 m	3.4 m	Prohibido	Prohibido	Prohibido
(4) Sobre techos accesibles a camiones ¹	4.7 m	4.9 m	4.9 m	Prohibido	Prohibido	Prohibido
2. Letreros, chimeneas, tableros de anuncios, antenas de radio y televisión tanques y otras instalaciones no clasificadas como edificios o puentes						
a. Horizontal ¹	0.90 m	1.07 m	1.50 m ^{1,2}	1.70 ^{1,2,9}	2.00 m ^{1,2}	2.30 m ^{1,2,10,11}
b. Vertical						
(1) Sobre o bajo puentes peatonales	3.2 m	3.2 m	3.2 m	Prohibido	Prohibido	Prohibido
(2) Sobre o bajo porciones de esos pasos peatonales ⁴	0.90 m	1.07 m	1.70 m	Prohibido	Prohibido	Prohibido

Notas aplicables a la Tabla 4.
(1) Cuando se trate de edificios, anuncios, chimeneas, antenas u otras instalaciones sobre las que sea no necesario realizar trabajos de mantenimiento tales como pintura, lavado, cambio de anuncios y otras similares que hagan necesario que personas trabajen o pasen sobre conductores alambres, cables o partes energizadas no protegidas por cubiertas la separación puede ser reducida a 0.60 m (2 pies).

RESIDT

- (2) Cuando el espacio disponible no permita que se alcance este valor, la separación puede ser reducida en 0.60 m (2 pies) siempre que los alambres, conductores o cables, incluyendo empalmes y derivaciones y que las partes energizadas sin protección tengan una cubierta que provea suficiente rigidez dieléctrica para limitar la probabilidad de un corto circuito en caso de contacto momentáneo con la estructura o edificio.
- (3) Se considera que un techo, balcón o área es fácilmente accesible a peatones si es accesible a través de una puerta, rampa, ventana, escalera o por medio de una escalera de emergencia permanente, por una persona a pie que no tenga que hacer esfuerzo físico extraordinario, ni emplear herramientas especiales para tener acceso.
- (4) Las separaciones exigidas deben ser consideradas a la distancia más corta de anuncios motorizados.
- (5) Las retenidas o porciones de retenidas no puestas a tierra entre aisladores aislantes, deben tener separación basada en el voltaje máximo a los cuales pueden estar expuestas a acercarse a un conductor demasiado flojo u otro mensajero.
- (6) Para propósito de esta regla, los camiones se definen como vehículos que exceden 2.45 m (8 pies) de altura.
- (7) Esta separación puede ser reducida 75 mm (3 pulgadas) en caso de porciones de mensajeros puestas a tierra.
- (8) Las ventanas no diseñadas para ser abiertas pueden tener separaciones aplicables a paredes y proyecciones.
- (9) La separación en reposo no debe ser menos a la separación indicada en esta tabla. También, cuando el conductor o cable sea desplazado por el viento, la separación no debe ser menos que 1.07 m (3.5 pies)
- (10) La separación en reposo no debe ser menos que el valor indicado en esta tabla. También, cuando el conductor o cable sea desplazado por el viento, la separación no debe ser menos que 1.07 m (3.5 pies)
- (11) Cuando el espacio disponible no permita alcanzar este valor la separación puede ser reducida a 2.00 m (7.0 pies) para conductores de 8.7 kV a tierra
- (12) El extremo de la retenida aislada puede tener la misma separación que retenidas puestas a tierra.
- (13) En las separaciones para el caso de vías de ferrocarril, paredes o parapetos cerca de balcones o techos, se deben usar las separaciones aplicables a techos no accesibles a peatones.

15.5 Distancias de seguridad entre conductores y cables soportados en la misma estructura:

A) Aplicación: Los requisitos de este artículo establecen las distancias mínimas entre conductores de líneas aéreas, eléctricas y de comunicación, así como las que estos deben guardar a sus soportes, retenidas, cables de guarda, etc., cuando están instalados en una misma estructura.

Todas las tensiones son entre conductores involucrados. A menos que se indique de otra forma, la tensión entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos, debe tomarse como el mayor valor que resulte de los siguientes:

- 1) La diferencia vectorial entre los conductores involucrados;
 - 2) La tensión de fase a tierra del circuito de más alta tensión.
- B) Distancia horizontal entre conductores o cables de línea: La distancia horizontal entre conductores o cables de línea deberá ser como sigue:
- 1) En soportes fijos: Los conductores o cables en soportes fijos (con aisladores rígidos) deben tener una distancia horizontal en sus soportes no menor que el mayor de los valores obtenidos según los subincisos 1.1 y 1.2 siguientes. Estas

RESIDT

distancias no aplican si son cables aislados o bien si son conductores cubiertos de un mismo circuito.

1.1 Distancia horizontal mínima: La distancia horizontal entre conductores o cables, ya sean del mismo o de diferente circuito, no debe ser menor que la especificada en la Tabla No. 5.

1.2 Distancia de acuerdo a la flecha: La distancia horizontal entre soportes de conductores o cables, ya sean del mismo o de diferente circuito, no debe ser menor que el valor dado por las fórmulas 1 y 2. En caso de que el valor obtenido de la Tabla No. 5 sea mayor, debe usarse ese valor, excepto para conductores o cables del mismo circuito con tensión mayor de 50 kV.

Fórmula 1 Para conductores y cables de área transversal menor de 33.5mm² (No. 2 AWG):
$$S = 1.2 \cdot (kV)^2 + 26.4 \cdot \sqrt{f - 80.0}$$

Fórmula 2. Para conductores y cables de área transversal mayor o igual a 33.5mm² (No. 2 AWG):
$$S = 7.6 \cdot (kV)^2 + 8 \cdot \sqrt{12 \cdot f}$$

En donde:
S = La distancia en mm.
kV = Es la tensión entre los dos conductores y cables para los que se calcula la distancia.
f = Es la flecha aparente en mm. del conductor de mayor flecha en el vano.

La tabla No. 6 muestra las distancias que se obtienen al aplicar las fórmulas 1 y 2 anteriores, en algunos valores de flecha y tensión de conductores o cables.

TABLA 5
DISTANCIA HORIZONTAL MINIMA DE SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES DEL MISMO O DIFERENTE CIRCUITO EN SUS SOPORTE FIJO

CLASE DE CIRCUITO	EXISTENCIA MINIMA DE SEGUIRA EN cm	NOTAS
Línea de comunicación abierta	15 7.5	No aplica a transposiciones Permitido en casos donde el espacio entre pines es menor de 15 cm
Conductores eléctricos del mismo circuito: ⇒ De 0 a 8.7 kv DE 8.7 50kv Mayor de 50kv	30 30 mas 1.0 cm por cada kv en exceso de 8.7 kv No hay valor especificado	
Conductores eléctricos de diferentes circuitos: ⇒ De 0 a 8.7 ⇒ De 8.7 a 50 kv ⇒ DE 50 a 814 kv	30 30 mas 1.0 cm por cada kv exceso de 8.7 kv 72.5 mas 1.0 cm por cada kv de exceso de 50 kv	Para todas las tensiones mayores 50 kv, la distancia de separación deberá ser incrementada en 3% por cada 300m en exceso de 1,000 m sobre el nivel del mar. Todas las distancias para tensiones mayores de 50 kv deberán ser basada en la máxima tensión de operación

TABLA N° 6
DISTANCIA HORIZONTAL MINIMA DE CONDUCTORES EN SUS SOPORTES FIJOS, DEL MISMO O DE DIFERENTES CIRCUITO DE ACUERDO CON SU FLECHA

TENSION NOMINAL ENTRE FASES KV	S en m (FORMULA 1)					S en m (FORMULA 2)				
	Para flecha "F" en m de :					Para flecha "F"				
	1	1.5	2	2.5	3	1	1.5	2	2.5	3
1.38	0.51	0.71	0.86	0.98	1.09	0.47	0.55	0.62	0.69	0.74
34.5	0.66	0.87	1.02	1.14	1.25	0.63	0.71	0.78	0.84	0.9

RESIDT

C) Distancia vertical entre conductores de línea: La distancia vertical entre conductores de línea localizados en diferentes niveles de una misma estructura, debe ser cuando menos la indicada en los incisos siguientes:

1) Distancia básica de conductores, del mismo o de diferentes circuitos: Las distancias indicadas en la Tabla No. 7 deben aplicarse a conductores con voltaje hasta 50 kV.

Excepción No.1: Los conductores soportados por bastidores verticales, o por ménsulas separadas verticalmente deben cumplir con los requerimientos del artículo 15, numeral 15.5 D.

Excepción No. 2: Este requisito no se aplica a conductores cubiertos del mismo circuito.

2) Distancias Adicionales: Las distancias que se indican en la Tabla No. 7, deben incrementarse de acuerdo con las condiciones citadas a continuación. Los incrementos serán acumulables cuando sea aplicable más de una de estas condiciones.

2.1) Tensiones entre conductores mayores de 50 kV;

i) Para tensiones entre 50 y 814 kV, la distancia entre conductores de diferentes circuitos debe ser incrementada 0.01 m por cada kV en exceso de 50 kV;

ii) El incremento en distancia para tensiones mayores de 50 kV, especificado en el punto anterior debe aumentarse 3 % por cada 300 m de altura en exceso de 1,000 metros sobre el nivel del mar;

iii) Todas las distancias para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse con base a la tensión máxima de operación.

2.2) Distancias de acuerdo a la flecha: Los conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura, deben tener una distancia vertical en sus soportes, de tal forma que la distancia mínima entre ellos, en cualquier punto del vano, no sea menor que la establecida en los puntos siguientes. Para propósitos de esta determinación el conductor superior tiene su flecha final a la máxima temperatura para la cual el conductor es diseñado para operar. El conductor inferior estará a las mismas condiciones pero sin carga eléctrica.

Excepción: Este requerimiento no aplica a conductores de la misma empresa, cuando los conductores son del mismo tamaño y tipo y son instalados a la misma tensión y flecha.

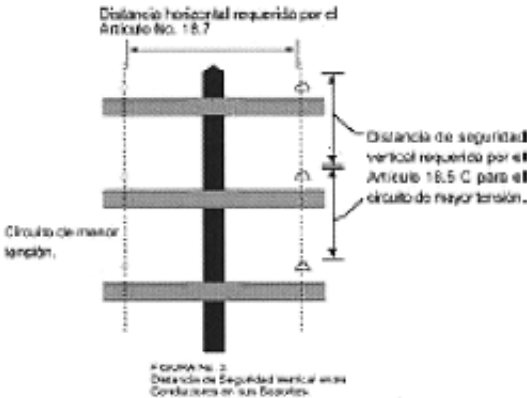
i) Para tensiones menores de 50 kV entre conductores, se puede aplicar el 75% de la distancia entre soportes indicada en la Tabla No. 7.

ii) Para tensiones mayores de 50 kV entre conductores, el valor especificado en el punto i) anterior, debe incrementarse de acuerdo con lo indicado en el punto 2.1 anterior.

RESIDT

TABLA N° 7
DISTANCIA DE SEGURIDAD VERTICAL ENTRE CONDUCTORES, EN SUS SOPORTES

CONDUCTORES Y CABLES EN NIVEL INFERIORES	CONDUCTORES Y CABLES EN NIVEL SUPERIORES			
	CABLES DE SUMINISTRO QUE CUMPLEN CON 18.1C1,2 O 3 CONDUCTORES NEUTRALES Q CUMPLEN CON 18.1E1(M)	CONDUCTORES DE SUMINISTROS ABIERTOS		
		MAS DE 8.7KV A 50 KV		
		DE 0 A 8.7 KV (M)	MISMA EMPRESA (M)	DIFERENTE EMPRESA (M)
De comunicación * En general	1	1	1	1.00 más 0.01 por KV de exceso de 8.7 kv
Eléctricos con tensión entre conductores de :				1.00 mas 0.01 por kv de exceso de 8.7 kv.
* Hasta 750v	0.41	0.41(1)	0.41 mas 0.01 por kv de exceso de 8.7 kv	1.00 mas 0.01 por kv de exceso de 8.7 kv.
* Mas 750 V hasta 8.7kv		0.41	0.41 mas 0.01 por kv de exceso de 8.7 kv	1.00 mas 0.01 por kv de exceso de 8.7 kv.
* Mas de 8.7 kv a 22 kv -si se trabaja con línea energizada -Si no se trabaja con línea energizada			0.41mas 0.01 por kv de exceso de 8.7 kv	1.00 mas 0.01 por kv de exceso de 8.7 kv. 0.41 mas 0.01 por kv de exceso 8.7
* Mas de 22 kv sin exceder 50 kv			0.41 mas 0.01 por kv de exceso de 8.7 kv	0.41 mas 0.01 por kv de exceso de 8.7 kv



D) Espaciamiento entre conductores soportados en bastidores verticales:

Los conductores pueden instalarse a una menor distancia vertical que la indicada anteriormente, cuando estén montados en bastidores verticales ó en ménsulas separadas colocadas verticalmente, siempre que no sean de madera, que estén firmemente sujetos a un lado de la estructura y se cumpla con las siguientes condiciones:

- 1) La tensión entre conductores no debe ser mayor de 750 V, excepto cuando los cables y conductores cumplan los requerimientos del artículo 15, numeral 15.1C1 o 15.1C2;
- 2) Todos los conductores deben ser del mismo material;
- 3) El espaciamiento vertical entre conductores no debe ser menor que el indicado en la Tabla No.8.

RESIDT

Tabla 8
ESPACIAMIENTO VERTICAL MÍNIMO ENTRE CONDUCTORES SOPORTADOS EN BASTIDORES VERTICAL

LONGITUD DEL VANO	Espaciamiento vertical mínimo entre conductores
m	m
HASTE 45	0.10
D45 a 60	0.15
60 a 75	0.20
75 a 90	0.30

E) Distancia de separación mínima en cualquier dirección de conductores de línea a soportes o la estructura, a otros conductores verticales o derivados y retenidas sujetos a la misma estructura:

- 1) En soportes fijos: La distancia no debe ser menor que la indicada en la Tabla No. 9
- 2) En aisladores de suspensión: Cuando se usen aisladores de suspensión que puedan oscilar libremente, la distancia mínima debe ser incrementada lo necesario para que, cuando la cadena de aisladores forme su máximo ángulo de diseño con la vertical, la distancia no sea menor que la indicada en la tabla No. 9. El máximo ángulo de diseño debe ser basado en una presión de viento de 29 kg/m2 sobre el conductor y a una flecha final de 15° C.

TABLA N° 9					
DISTANCIA DE SEPARACIÓN MINIMA EN CUALQUIER DIRECCIÓN DE CONDUCTORES DE LÍNEA A SOPORTES O A LA ESTRUCTURA, A OTROS CONDUCTORES VERTICALES O DERIVADOS Y RETENIDAS SUJETAS A LA MISMA ESTRUCTURA					
LINEA AEREA	LINEAS DE COMUNICACIÓN		LINEAS DE SUMINISTROS		
	EN ESTRUCTURAS DE SOPORTE		TENSION ENTRE FASES		
	SOLO LINEAS DE COMUNICACIÓN	LINEAS DE COMUNICACIÓN Y ELÉCTRICAS	0 a 8.7 KV	50 A 814 KV	50 a 814kv
	cm	cm	cm	cm	cm
Conductores verticales o derivados					
* del mismo circuito	7.5	7.5	7.5	7.5 mas 0.65 cm por cada kv en exceso de 8.7 kv	Valor no especificado
* De diferente circuito	7.5	7.5	15(5)	15 mas 1cm por cada kv en exceso de 8.7	58 mas 1 cm por cada kv en exceso de 50
RETENIDAS MENSAJEROS SUJETOS A UNA MISMA ESTRUCTURA					
* Cuando este paralelos a la líneas	7.5	15	30	30 mas 1 cm por cada kv en exceso de 8.7	74 mas 1cm por cada kv en exceso de 50
* Referencia de ancla	7.5	15 (1)	15	15 mas 0.65 por cada kv en exceso de 8.7	41 mas 0.65 cm por cada kv en exceso de 50
* Otras	7.5	15(1)	15	15 mas 1cm por cada kv en exceso de 8.7	58 mas 1 cm por cada kv en exceso de 50
SUPERFICIE DE CRUCETAS	7.5(2)	7.5(2)	7.5(8)(7)	12.5 mas 0.50 cm por cada kv en exceso de 8.7 (6)(7)	33 mas 0.50 cm por cada kv en exceso de 50
* que soporten líneas de comunicación y eléctricas	-	12.5 (2)	12.5 (3) (6) (7)	12.5 mas	33 mas 0.50 cm por cada kv en exceso de 50
* Otras	7.5(2)	-	7.5	7.5 mas 0.50 cm por cada kv en exceso de 8.7 (6) (7)	28 mas 0.50 cm por cada kv en exceso de 50

NOTAS:

(1) En estructuras que soporten líneas de comunicación y eléctricas, en las que sus retenidas pasen a 30 cm o menos de conductores eléctricos y de comunicación a la vez, dichas retenidas deben ser protegidas con una cubierta aislante adecuada en el tramo cercano al conductor eléctrico. Esto no es

RESIDT

necesario si la retenida está efectivamente puesta a tierra, o tiene un aislador tipo retenida, localizado a un nivel inferior del conductor eléctrico más bajo y arriba del conductor de comunicación más alto;

(2) Los conductores de comunicación pueden tener una menor distancia, cuando se sujeten con soportes colocados en la base o lados de las crucetas o en la superficie de postes;

(3) Esta distancia solamente se aplica a conductores eléctricos soportados debajo de conductores de comunicación, en la misma estructura. Cuando los conductores eléctricos estén arriba de los de comunicación, esta distancia puede reducirse a 7.5 cm.

(4) Para conductores de circuitos con tensión mayor de 50 kV, la distancia adicional se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar. Todas las distancias para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.

(5) Para circuitos de 750 V ó menos, esta distancia puede reducirse a 7.5 cm.

(6) Un conductor neutro que esté efectivamente conectado a tierra a lo largo de la línea y asociado con circuitos de hasta 22 kV a tierra, puede sujetarse directamente a la estructura;

(7) Para líneas eléctricas abiertas de 750 V ó menos y cables eléctricos de cualquier tensión, de los tipos descritos en el numeral 18.1 inciso B), esta distancia puede reducirse a 2.5 cm;

(8) En los circuitos con conductor neutro efectivamente conectado a tierra, que cumpla con lo indicado en el numeral 18.1 inciso D), puede utilizarse la tensión de fase a neutro para determinar la distancia entre los conductores de fase y la superficie de las crucetas.

F) Distancias de separación entre circuitos de diferente nivel de tensión en la misma cruceta.

Circuitos de suministro eléctrico, de los niveles de tensión indicados en la Tabla No. 7, pueden ser instalados sobre la misma cruceta de soporte con circuitos de la siguiente clasificación de tensión sólo si se cumple uno ó más de las siguientes condiciones:

1) Si los circuitos ocupan posiciones sobre lados opuestos de la estructura;

2) Si las distancias no son menores que los espacios requeridos para escalar y poder darle mantenimiento a las líneas;

3) Si los conductores del circuito de mayor tensión ocupan la posición externa y los conductores del circuito de menor tensión ocupan la posición interna.

15.6 Distancias de seguridad vertical sobre el suelo para equipo de servicio eléctrico instalado en estructuras:

A) Altura básica mínima. La altura básica mínima sobre el suelo, de partes energizadas de equipo no protegidas, tales como terminales de transformadores y pararrayos y tramos cortos de conductores eléctricos conectados al equipo, se indica en la Tabla No. 10.

B) Alturas adicionales para conductores. Para tensiones mayores a 22 kV, la altura básica de los conductores deberá incrementarse 0.01m por cada kV de exceso. Dicho incremento deberá aumentarse tres por ciento (3%) por cada 300 m de altura de exceso de 1000 m sobre el nivel del mar.

C) Tensión de fase a tierra. Todas las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsecuentes.

RESIDT

D) Cambios de nivel de la superficie. Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles, callejones, etc., debidos a mantenimiento vial.

TABLA 10
DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD DE VERTICAL
SOBRE EL SUELO PARA EQUIPO DE SERVICIO ELÉCTRICO INSTALADO EN ESTRUCTURAS

Nota: Esta distancia puede ser reducida a 300 m para partes energizadas aislada con una tensión máxima de 150 v a tierra

Naturaleza de la superficie bajo los partes energizadas	Equipo con la carcasa efectivamente e aterrizada	Partes energizadas rígida de 0 a 750 V y carcassas de equipos no aterrizados conectados a circuitos a circuito no mas de 750 V	Partes energizadas Rígida no protegida de 750 V a 22 kv y carcassas de equipos no aterrizados conectados a circuito de mas 750 V a 22kv	Partes energizadas rígidas no protegidas de mas 22 kv y carcassas de equipos no aterrizados conectados a circuitos de mas de 22kv
	M	M	M	m
Áreas accesibles a solo peatones	3.4	3.6(1)	4.3	4.3 m + 0.01m por cada kv arriba de 22 kv
Áreas a ser transitadas por vehículos	4.6	4.9	5.5	5.5 m + 0.01 por cada kv arriba de 22kv

15.7 Espacio para escalar: Los siguientes requisitos se aplican únicamente a las partes de las estructuras utilizadas por los trabajadores para escalar.

A) Localización y Dimensiones:

- 1) Debe dejarse un espacio para escalar con las dimensiones horizontales especificadas en el inciso E) de este numeral enfrente de cualquier conductor, cruceta y otras partes similares
- 2) El espacio para escalar se requiere solamente en un lado ó esquina del soporte;
- 3) El espacio para escalar debe extenderse verticalmente arriba y debajo de cada nivel de conductores, como se indica en los incisos E) y F) de este numeral, pero puede cambiarse de un lado o esquina del soporte a cualquier otro.

B) Partes de la estructura en el espacio para escalar: Cuando las partes de la estructura estén en un lado ó esquina del espacio para escalar, no se considera que obstruyan dicho espacio.

C) Localización de las crucetas respecto del espacio para escalar:

Se recomienda que las crucetas se localicen en el mismo lado de la estructura. Esta recomendación no es aplicable cuando se utilicen crucetas dobles o cuando las crucetas no sean paralelas.

D) Localización de equipo eléctrico respecto del espacio para escalar: Equipos eléctricos como los transformadores, reguladores, capacitores, terminaciones, pararrayos e interruptores deben ser instalados fuera del espacio para escalar, cuando se localicen bajo los conductores;

E) Espacio para escalar entre conductores: El espacio para escalar entre conductores debe tener las dimensiones horizontales indicadas en la Tabla No. 11. Estas dimensiones tienen el propósito de dejar un espacio para escalar de 0.60 m libre de obstáculos, siempre que los conductores que limitan dicho espacio estén protegidos con una cubierta aislante adecuada a la tensión existente. El espacio para escalar debe dejarse previsto longitudinal y transversalmente a la línea y extenderse verticalmente no menos de 1.0 m arriba y debajo de los conductores que limiten el espacio mencionado. Cuando existan conductores de comunicación arriba de conductores eléctricos de más

RESIDT

de 8.7 kV a tierra o 15 kV entre fases, el espacio para escalar debe extenderse verticalmente cuando menos 1.5 m arriba del conductor eléctrico más alto

Excepción No. 1: Este requisito no se aplica en caso de que se tenga establecida la práctica de que los trabajadores no suban más allá de los conductores y equipo, a menos que estén desenergizados.

Excepción No. 2: Este requisito no se aplica si el espacio para escalar puede ser obtenido con el desplazamiento temporal de los conductores, utilizando equipo para trabajar con línea desenergizada.

F) Espacio para escalar frente a tramos longitudinales de línea no soportados por crucetas: El ancho total del espacio para escalar debe dejarse frente a los tramos longitudinales y extenderse verticalmente 1.0 m arriba y abajo del tramo (o 1.5 m conforme a lo indicado en el inciso E) de este numeral) El ancho del espacio para escalar debe medirse a partir del tramo longitudinal de que se trate. Debe considerarse que los tramos longitudinales sobre bastidores, o los cables soportados en mensajeros, no obstruyan el espacio para escalar, siempre que, como práctica invariable, todos sus conductores sean protegidos con cubiertas aislantes adecuadas o en alguna otra forma, antes de que los trabajadores asciendan.

Excepción: Si se instala un tramo longitudinal en el lado o esquina de la estructura donde se encuentra el espacio para escalar, el ancho de este espacio debe medirse horizontalmente del centro de la estructura hacia los conductores eléctricos más próximos sobre la cruceta, siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

1) Que el tramo longitudinal corresponda a una línea eléctrica abierta con conductores de 750 V o menos, o bien con cables aislados de los tipos descritos en el numeral 15.1 B), de cualquier tensión, los cuales estén sujetos cerca de la estructura por ménsulas, bastidores, espigas, abrazaderas u otros aditamentos similares.

2) Que los conductores eléctricos más próximos soportados en la cruceta, sean paralelos al tramo de línea eléctrica, se localicen del mismo lado de la estructura que dicho tramo y estén a una distancia no mayor de 1.2 m arriba o abajo del tramo de línea.

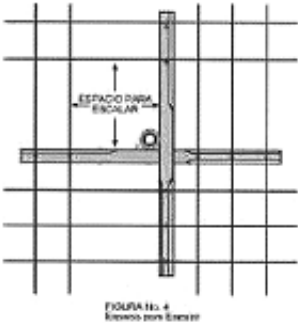
G) Espacio para escalar frente a conductores verticales: Los tramos verticales protegidos con tubería eléctrica (metálica o no) u otras cubiertas protectoras similares, que estén sujetos firmemente a la estructura, no se considera que obstruyan el espacio para escalar.

RESIDT

TABLA N° 11
DISTANCIA HORIZONTAL MINIMA ENTRE CONDUCTORES
QUE LIMITAN EL ESPACIO PARA ESCALAR

DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE CONDUCTORES (3)				
TIPO DE CONDUCTORES QUE LIMITAN EL ESPACIO PARA ESCALAR	TENSIÓN DE LOS CONDUCTORES (1)	EN ESTRUCTURAS QUE SOPORTEN SOLO		EN ESTRUCTURA QUE SOPORTEN
		CONDUCTORES DE COMUNICACIÓN	CONDUCTORES ELÉCTRICOS	CONDUCTORES ELÉCTRICOS ARRIBA DE CONDUCTORES DE COMUNICACIÓN
		(M)	(M)	(M)
CONDUCTORES DE COMUNICACIÓN	De 0 a 150 V mas de 150 V	0.5		(Nota 2)
CABLES ELÉCTRICOS AISLADO	TODAS LAS TENSIONES		0.60	0.60
CONDUCTORES DE LÍNEA ABIERTA	DE 0 A 750 V		0.6	0.60
	750V A 15KV		0.75	0.75
	15KV A 38 KV		0.9	0.90
	28KV A 38 KV		1	1.00
	38KV A 50 KV		1.17	1.17
	50KV A 73 KV		1.4	1.40
	MAS DE 73 KV		MAS DE 1.40	

- NOTAS:
- (1) Todas las tensiones son entre los dos conductores que limitan el espacio para escalar, excepto para conductores de comunicación, en los que la tensión es a tierra. Cuando los conductores son de diferente circuito, la tensión entre ellos debe ser la suma aritmética de las tensiones de cada conductor a tierra, para un circuito conectado a tierra, o de fase a fase si se trata de un circuito no conectado a tierra.
- (2) El espacio para escalar debe ser el mismo que el requerido para los conductores eléctricos colocados inmediatamente arriba, con un máximo de 0.75 m
- (3) Para la utilización de estas distancias, los trabajadores deben tener presentes las reglamentaciones de operación y seguridad, correspondientes a la tensión de la línea de que se trate.



RESIDT

15.8 Espacios para trabajar:

A) Localización:

1) Deben dejarse espacios para trabajar localizados a ambos lados del espacio para escalar.

B) Dimensiones:

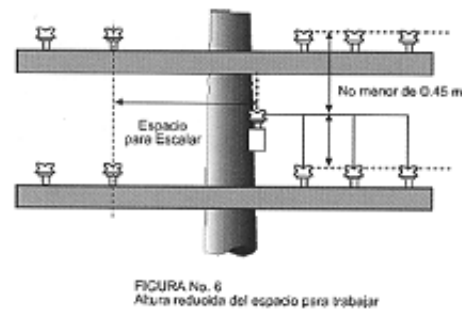
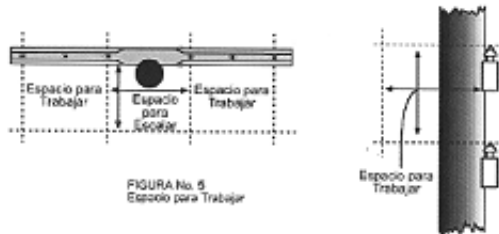
1) A lo largo de la cruceta. El espacio para trabajar debe extenderse desde el espacio para escalar hasta el más alejado de los conductores en la cruceta;

2) Perpendicular a la cruceta. El espacio para trabajar debe tener la misma dimensión que el espacio para escalar (véase artículo 15, numeral 15.7E) Esta dimensión debe medirse horizontalmente desde la cara externa de la cruceta;

3) Verticalmente. El espacio para trabajar debe tener una altura no menor que la señalada en el artículo 15, numeral 15.5C, para la distancia vertical de conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura.

C) Localización de conductores verticales y derivados respecto al espacio para trabajar:

1) Los espacios para trabajar no deben obstruirse por conductores verticales o derivados. Tales conductores deben ser colocados de preferencia en el lado de la estructura opuesto al lado destinado para escalar; de no ser esto posible, pueden colocarse en el mismo lado para escalar; siempre que queden separados de la cruceta por una distancia no menor que el ancho del espacio para escalar requerido para los conductores de mayor tensión. Los conductores verticales dentro de tubería eléctrica (metálica o no) adecuada, pueden quedar colocados sobre el lado para escalar de la estructura.



15.9 Distancias de las estructuras de soporte a otros objetos deben cumplir con la Resolución JTIA No. 08_789

Artículo 16. Cargas mecánicas en líneas aéreas.

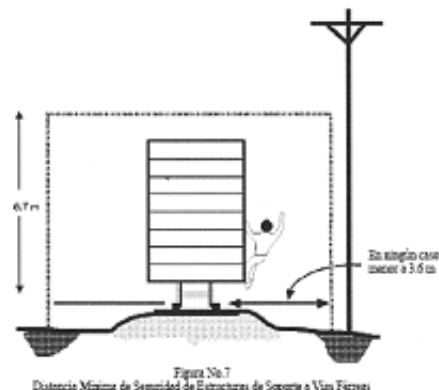
16.1 Generalidades. Las líneas aéreas deberán tener suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas propias y las debidas a las condiciones

RESIDT

meteorológicas a que estén sometidas, según el lugar en que se ubiquen, con los factores de sobrecarga adecuados. En cada caso deberán investigarse y aplicarse las condiciones meteorológicas, que prevalezcan en el área en que se localice la línea.

En aquellas regiones del país donde las líneas aéreas lleguen a estar sometidas a cargas mecánicas, más severas que las calculadas sobre las bases señaladas en este artículo por menor temperatura ó por mayor velocidad del viento, las instalaciones deberán diseñarse tomando en cuenta tales condiciones de carga, conservando los factores de sobrecarga correspondientes.

De no realizarse un análisis técnico detallado, que demuestre que pueden aplicarse cargas mecánicas menores, no deberán reducirse las indicadas en este artículo.



16.2 Zonas de cargas mecánicas.

Con el propósito de establecer las cargas mínimas que deben considerarse en el cálculo mecánico de líneas aéreas, según el lugar de su instalación, el país se ha dividido en 2 zonas de carga, en las cuales se calculará la presión ejercida por el viento, como la correspondiente a una velocidad básica de diseño (de acuerdo al REP vigente), no menor de las que se indican a continuación:

Pacífico = 115 kilómetros por hora
Caribe = 140 kilómetros por hora



En el país existen zonas de temperatura, en las cuales se supondrá que los conductores estarán sometidos a las siguientes temperaturas ambiental

RESIDT

mínimas y máximas (para lugares específicos consultar perfil de temperatura por región): Panamá = mínima 20° C; máxima 38° C

16.3 Presión del viento: La presión del viento sobre superficies cilíndricas se debe calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$P = 0.00482 V^2$$

Donde "P" es la presión de viento en kilogramos por metro cuadrado del área proyectada y "V" es la velocidad del viento de diseño en kilómetros por hora.

16.4 Cargas en los cables: Las cargas en los cables debidas al viento, deberán determinarse en la forma indicada en 16.1 y 16.3. Para calcular la tensión mecánica máxima de los cables se deberá considerar como carga total, la resultante del peso del cable y de la fuerza producida por el viento, actuando horizontalmente y en ángulo recto con la línea a la temperatura y velocidad del viento indicada en 16.2.

16.5 Cargas sobre las estructuras y soportes: Las cargas que actúan sobre las estructuras de las líneas aéreas y sobre el material usado para soportar los conductores y cables de guarda, se calculan como sigue:

A) Carga vertical: La carga vertical sobre cimientos, postes, torres, crucetas, aisladores y accesorios de sujeción de los conductores y cables de guarda, se deberá considerar como el peso propio de éstos más el de los conductores, cables de guarda y equipo que soporten, teniendo en cuenta los efectos que puedan resultar por diferencias de nivel entre los soportes de los mismos.

B) Carga Transversal: La carga transversal es la debida al viento, soplando horizontalmente y en ángulo recto, a la dirección de la línea sobre la estructura, conductores, cables de guarda y accesorios.

La carga transversal sobre la estructura, debida al viento que actúa sobre los conductores y cable de guarda, se deberá calcular tomando en consideración el "vano medio horizontal" ó "vano de viento", la cual se define como la semisuma de los vanos adyacentes a la estructura considerada. De este modo la carga transversal por conductores y cables de guarda, es igual al claro medio horizontal multiplicado por su carga unitaria debida al viento. Entendiéndose por carga unitaria del viento el producto de la presión del viento, por el área unitaria proyectada del conductor o cable de guarda.

La carga de viento sobre postes deberá calcularse, considerando su área proyectada perpendicular a la dirección del viento.

Cuando la línea cambia de dirección la carga transversal resultante sobre la estructura, se debe considerar igual al vector suma de la resultante, de las componentes transversales de las tensiones mecánicas máximas en los conductores y cables de guarda, originada por el cambio de dirección de la línea, más la carga debida a la acción del viento actuando perpendicularmente sobre todos los cables y sobre la estructura.

C) Carga longitudinal: Es la que se origina por las componentes de las tensiones mecánicas máximas de los conductores o cables, ocasionadas por desequilibrio a uno y otro lado del soporte, ya sea por cambio de tensión mecánica, remate o ruptura de los mismos.

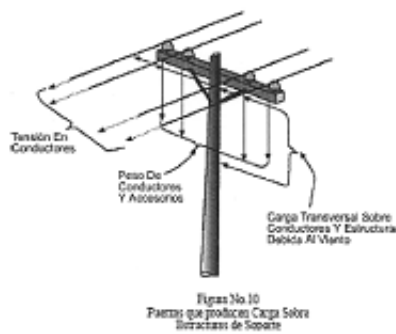
En general, no es necesario considerar carga longitudinal en los soportes comprendidos en tramos rectos de línea, donde no cambia la tensión mecánica de los conductores y cables de guarda, a uno y otro lado de los soportes, excepto en el caso de estructuras de remate en tangente.

D) Aplicación simultanea de cargas: En la aplicación simultanea de cargas deberá considerarse lo siguiente:

1) Al calcular la resistencia a las fuerzas transversales, se supondrá que las cargas vertical y transversal actúan simultáneamente.

RESIDT

- 2) Al calcular la resistencia a las fuerzas longitudinales para la aplicación de retenidas, no se tomarán en cuenta las cargas vertical y transversal;
- 3) En casos en que sea necesario, deberá hacerse un análisis de resistencia tomando en cuenta la aplicación simultánea de las cargas vertical, transversal y longitudinal.



Artículo 17. Clases de construcción en líneas aéreas. Con el objeto de establecer los coeficientes de seguridad y otros requisitos, que las líneas aéreas deben cumplir en diferentes lugares y condiciones que representen peligro a las personas y bienes, como en los cruzamientos, campo abierto, etc., las líneas aéreas se dividirán, en cuanto a su construcción, en dos Clases las que se denominarán por las letras B y C.

La Clase B tiene mayor resistencia mecánica y llena los requisitos más exigentes, que se consideran necesarios en lugares de mayor riesgo. La Clase C tiene menor resistencia mecánica que la B, pero llena los requisitos que se consideran necesarios en lugares de menor riesgo que los considerados para la Clase B.

17.1 Las Estructuras. Las estructuras de las líneas aéreas deberán ser diseñadas para soportar las cargas indicadas en el numeral 16.5, multiplicadas por los apropiados factores de sobrecarga indicados en la Tabla No. 13, sin exceder los límites permitidos. Las estructuras de las líneas aéreas deberán ser construidas para que tengan la capacidad de resistir las cargas estáticas y dinámicas, a las que estarán sujetas las líneas en condiciones normales y excepcionales. El diseño deberá estar basado en prácticas normalizadas de Ingeniería Estructural y deberá considerar la configuración de los conductores y el efecto de las distintas fuerzas que actúan sobre estos. Como mínimo las estructuras deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- A) Postes de concreto: Deberán ser de concreto reforzado o pretensados por los procesos centrifugado y/o vibrado.
- B) Postes de madera: Deberán ser de madera seleccionada, libre de defectos que pudieran disminuir su resistencia mecánica y tratada con una solución preservadora, para aumentar su duración. Todos los postes deberán ser curados, taladrados y con los agujeros y cortes hechos antes del tratamiento.
- C) Postes y estructuras de acero: El espesor del material que se utilice no deberá ser menor de cuatro (4) mm Cuando la aleación de acero no contenga elementos que la hagan resistente a la corrosión se deberá proteger con una capa exterior de pintura o metal galvanizado que garantice la durabilidad;

RESIDT

17.2 Las cimentaciones: Las cimentaciones deberán ser diseñadas para resistir las cargas que le transmite la estructura. El diseño de los cimientos deberá verificar que su presión sobre el suelo, no exceda el valor admisible de la capacidad de carga del mismo suelo, y que la fuerza de tracción en los cimientos no supere el peso propio del cimiento, más el peso del suelo que gravita sobre él.

17.3 Pruebas: Se recomienda que los postes o torres y sus cimientos se sometan a pruebas en prototipos, con métodos adecuados para garantizar su buen funcionamiento.

17.4 Retenidas.

A) En postes de madera y concreto se deberá considerar que las retenidas, llevan la resultante de la carga total en la dirección en que actúen;

B) Se recomienda usar para las retenidas cables de acero y herrajes adecuados, que protejan la estructura y mantengan al cable en la posición correcta;

C) El cable de acero, herrajes y aisladores que se utilicen, deberán tener una resistencia mecánica no menor que la(s) requerida(s) para la(s) retenida(s);

D) Los hilos, cables metálicos o barras, empleados para los tirantes, deberán ser galvanizados si son de acero o de otro material igualmente resistente a la corrosión; La sección del tirante deberá ser de por lo menos 30 mm².

E) La resistencia mecánica de los aisladores que se utilicen para retenidas, no debe ser menor que la resistencia de ruptura del cable de la retenida en que se instalen;

F) La tensión de flameo en seco de estos aisladores, debe ser cuando menos el doble de la tensión nominal entre fases de la línea en que se usen, y su tensión de flameo en húmedo, cuando menos igual a dicha tensión;

G) Ningún aislador debe quedar a una altura menor de 2.50 m del nivel del suelo;

H) Cuando una retenida no conectada efectivamente a tierra, pase cerca de conductores o partes descubiertas, energizadas a más de 300 Volts, se deberá proveer un medio aislante adecuado, de manera que el tramo de la retenida expuesto a contacto con dichos conductores o partes energizadas, quede comprendido entre la parte aislada.

17.5 Herrajes. Deberán tener la suficiente resistencia mecánica, para soportar la tensión máxima resultante de la aplicación de las cargas correspondientes. Se recomienda que los herrajes a utilizar, sean de preferencia por inmersión en caliente.

17.6 Factores de sobrecarga: Las estructuras, crucetas, retenidas, cimientos y anclas deberán ser diseñadas para soportar las cargas adecuadas multiplicadas por los factores de sobrecarga apropiados descritos en las tablas siguientes.

RESIDT

Tabla N°13

FACTOR DE SOBRECARGA		
	CLASE B	CLASE C
Cargas Verticales	1.50	1.50
Cargas Transversales		
Vientos	2.50	2.20 ⁴
Tensión del Conductor	1.65 ²	1.30 ³
Cargas Longitudinales		
En cruces:		
En general	1.10	Ningún requisito
En Terminales	1.65 ²	1.30 ³
En otras partes:		
En general	1.00	Ningún requisito
En terminales	1.65 ²	1.30 ³

- Notas
1. Incluye postes
 2. Para retenidas y anclas asociadas con estructuras que únicamente soportan conductores y cables de comunicación, este factor puede reducirse a 1.33.
 3. Donde las cargas verticales reducen significativamente la tensión en un miembro de la estructura, un factor de sobrecarga de 1.0 debe ser usado para el diseño de dicho miembro
 4. Este factor puede ser reducido a 1.75 para estructuras de madera y concreto reforzado (no pretensado), cuando no son estructuras de cruce.
 5. Para estructuras de metal y concreto pretensado, crucetas, retenidas, cimientos y anclas, use un valor de 1.10.

FACTORES DE RESISTENCIA PARA ESTRUCTURAS, CRUCEROS, RETENIDAS, CIMIENTOS Y ANCLAS. PARA SER UTILIZADOS CON EL FACTOR DE SOBRECARGA		
TABLA N°14		
	CLASE B	CLASE C
Factores de Resistencia		
Estructuras de metal y concreto pretensado	1.00	1.00
Estructuras de madera y concreto reforzado	0.85	0.85
Cable de retenida	0.90	0.90
Ancla de retenida y cimientos	1.00	1.00
Factores de resistencia cuyos elementos estén instalados a 18 mts o más sobre el nivel de suelo.		
Estructuras de metal y concreto pretensado	1	1
Estructuras de madera y concreto reforzado	0.75	0.75
Cable de retenida	0.9	0.9
Ancla de retenida y cimientos	1	1

RESIDT

CAPITULO II

SUBESTACIONES

Artículo 18 Generalidades. Al decidir sobre la ubicación de una subestación eléctrica, además de considerar los factores técnicos, económicos y climáticos de diseño, deberán cumplirse los siguientes requerimientos:

18.1 Seguridad pública. Se deberá instalar rótulos de advertencia de peligro o riesgo a la seguridad del público por la presencia de la subestación y las actividades asociadas a ella. Se deberá instalar rótulos con advertencias sobre los riesgos por: contactos eléctricos (especialmente por niños), potencial de paso y de contacto, incremento de tránsito, derrame de químicos, explosiones, incendio y otros que se consideren necesarios. La puerta de acceso deberá tener fijada en la parte exterior y en forma completamente visible, un rótulo con la leyenda "PELIGRO ALTO VOLTAJE", con las distancias mínimas para evitar cualquier contacto accidental con personas y animales.

Para el caso de subestaciones protegidas por cercas o mallas metálicas, se deberá instalar éstos rótulos en cada lado de la malla.

18.2 Impacto ambiental. Se deberá proceder de acuerdo a las reglamentaciones de las autoridades competentes que tengan jurisdicción sobre la materia. Deberá escogerse la opción que represente el mínimo impacto al medio ambiente. Deberán contar con norias de contención para los líquidos y fluidos aislantes y paredes de concreto entre transformadores de potencia contiguos, para contener la posible explosión por falla de los componentes del sistema eléctrico de la subestación.

18.3 Ubicación. El diseño deberá considerar el adecuado acceso de las líneas aéreas, con el objeto de minimizar la necesidad de servidumbres de paso. Las Subestaciones deberán ubicarse en terrenos que no estén sujetos a inundación, derrumbes u otra situación previsible que pueda poner en peligro la seguridad de las personas y de las instalaciones. En caso de no ser posible, se deberán tomar las medidas de seguridad correspondientes a efecto de minimizar los riesgos y efectos sobre las personas y bienes;

19.4 Continuidad del servicio. El diseño deberá considerar que para efectos de mantenimiento de los dispositivos de protección exista un dispositivo y alimentación de respaldo (tipo anillo), con las características técnicas adecuadas que permita mantener la continuidad del servicio;

19.5 Ampliaciones. El diseño de la subestación deberá considerar las posibles ampliaciones futuras y la necesidad de mantener el servicio eléctrico durante los períodos de construcción;

19.6 Medio de protección y desconexión: Toda subestación deberá tener un medio de protección y desconexión que garantice la confiabilidad del sistema;

19.7 Capacidad interruptiva y coordinación de protecciones.

A) Los dispositivos de interrupción de corriente deberán ser de la capacidad interruptiva adecuada. Esta capacidad deberá estar de acuerdo con la potencia máxima de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de ubicación de la subestación, tomando en cuenta el aumento de la potencia futura;

B) Toda falla interna en una subestación se deberá eliminar lo más rápidamente posible, de tal manera que se deje fuera de servicio un mínimo de elementos.

Artículo 20 Seguridad en subestaciones

20.1 Generalidades. Los locales y espacios en que se instalen subestaciones deberán estar resguardados respecto a su acceso:

RESIDT

- A) Barreras de protección: Deberán emplearse barreras de protección tales como: cercas, mallas o muros perimetrales, con candado en las puertas u otros recursos apropiados, para mantener al público alejado de las subestaciones. Las barreras de protección deberán tener una altura mínima de 2.10 m;
- B) Rótulos de advertencia: Deberá disponerse de rótulos completamente visibles, preferiblemente con símbolos y texto, previniendo al público del peligro, el texto de los rótulos deberán estar escritos en idioma español;
- C) Acceso a personal no autorizado: Las instalaciones en que sea posible entrar en contacto con partes con tensión, deberán ser inaccesibles a personas ajenas al servicio.

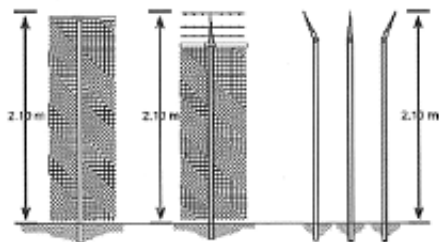


FIGURA No. 11
Distintos Tipos de Barreras de Protección
en Subestaciones

- 20.2 Distancias de seguridad: Se deberá mantener una distancia mínima de seguridad, para evitar que ocurran daños personales y materiales por contacto de líneas eléctricas energizadas con personas, equipos, instalaciones o superficies. En una subestación se deberá prevenir el contacto entre:
- A) Componentes energizados y trabajadores (personas en general);
 - B) Componentes energizados entre sí, por ejemplo, línea a línea;
 - C) Componentes energizados y tierra;
 - D) Componentes energizados y edificios u otras estructuras;
 - E) Componentes energizados u otras instalaciones conductoras.
 - F) Distancias mínimas de seguridad a partes energizadas descubiertas:

Todas las partes energizadas que operen a una tensión mayor de 150 Volts a tierra, sin recubrimiento aislante adecuado, deberán protegerse de acuerdo con su tensión contra el contacto accidental de personas, ya sea que se usen resguardos especiales o bien localizando las partes energizadas respecto a los sitios donde pueden circular, o trabajar personas, a una altura y con una distancia horizontal igual o mayor que las indicadas en la Tabla No. 15, columnas 3 y 4 respectivamente.

RESIDT

Tabla No. 15

Máximo Tensión de diseño entre fases (Kv)	Nivel Básico de Aislamiento ante Impulso (BIL) en Kv	Altura Mínima (Mts)	Distancia Horizontal Mínima (Mts)	Distancia Mínima de Resguardo de Partes Energizadas (Mts)
0.151-6	---	2.64	1.02	0.050
2.4	---	2.67	1.02	0.078
7.2	95	2.69	1.02	0.101
15	95	2.69	1.02	0.101
15	110	2.74	1.07	0.152
25	125	2.77	1.09	0.177
25	150	2.82	1.14	0.228
35	200	2.90	1.22	0.304
48	250	3.00	1.32	0.406
72.6	250	3.00	1.32	0.406
72.6	350	3.18	1.50	0.584
121	350	3.18	1.50	0.584
121	650	3.63	1.85	0.939
145	350	3.18	1.50	0.584
145	650	3.53	1.86	0.939
145	650	3.71	2.03	1.117
169	650	3.53	1.85	0.939
169	650	3.71	3.03	1.117
169	750	3.91	2.24	1.320
242	650	3.63	1.85	0.939
242	650	3.71	2.03	1.117
242	750	3.91	2.24	1.320
242	900	4.19	2.51	1.600
242	1050	4.52	2.84	1.930

Nota: Los valores de la columna 5 no fijan un requisito para diseñar el equipo, sino que fijan una norma misma para la instalación.

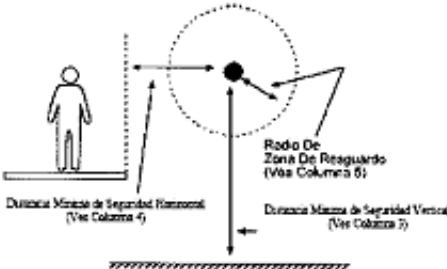
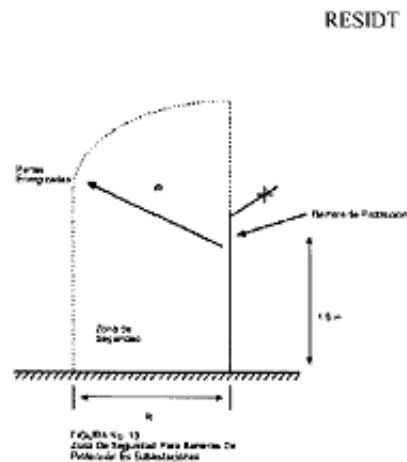


FIGURA No. 12
Distancias Mínimas A
Partes Energizadas Descubiertas



20.3: Zona de seguridad para las barreras de protección:
Cuando se instalen cercas, mallas o muros perimetrales como barreras de protección para personal no autorizado, deben ser ubicadas de tal forma que las partes energizadas expuestas queden fuera de la zona de seguridad tal como se ilustra en la figura No. 13 y en la Tabla No. 16.

TABELA No 16
VALORES A SER USADOS CON LA FIGURA No. 13

Tensión Nominal entre fases	Nivel Básico de Aislamiento al impulso	Distancia "R"
kV	BIL	m
0.151 - 7.2	95	2.0
13.8	110	2.1
23	150	2.1
34.5	230	2.2
46	250	2.3
56	290	2.5
115	350	4.0
138	650	4.2
161	750	4.4
230	825	4.5
230	900	4.7
345	1050	5.0
500	1175	5.3

20.4 Iluminación: Los locales o espacios, interiores o exteriores, donde esté localizado el equipo eléctrico, deberán tener medios de iluminación artificial con intensidades adecuadas para las funciones, que en cada caso se tengan que cumplir. Deberá proporcionarse suficiente iluminación en el frente y atrás del tablero para que pueda ser fácilmente operado y los instrumentos leídos correctamente. Los medios de iluminación deberán mantenerse listos para utilizarse en cualquier momento y por todo el tiempo que sea necesario.

20.5 Salidas: Cada local y cada ambiente de trabajo alrededor del equipo deberán tener vías de salida suficientemente seguras, las que se deberán mantener libres de toda obstrucción y deberán contar con iluminación de emergencia;

20.6 Protección contra incendios: Los requisitos para la prevención y protección contra incendios en una subestación, deberán estar conforme lo reglamentado por los Cuerpos de Bomberos del país, el RIE, la NFPA, y otras reglamentaciones internacionales sobre la materia que sean aplicables; adicionalmente se deberá cumplir con los siguientes requerimientos mínimos:

RESIDT

A) Se deberá disponer de dispositivos extinguidores de incendio apropiados;

B) Para el equipo que contenga aceite, se deberá tomar alguna o algunas de las siguientes medidas;

1) Proveer medios adecuados para confinar, recoger y almacenar el aceite que pudiera escaparse del equipo, mediante recipientes o depósitos independientes del sistema de drenaje;

2) Construir muros divisorios de concreto entre transformadores y entre éstos y otras instalaciones vecinas, cuando el equipo opere en alta tensión;

3) Proteger los equipos que contienen líquidos inflamables (aceite) de otros equipos y edificios para limitar daños por una eventual explosión o incendio.

Artículo 21. Sistema de puesta a tierra en subestaciones. Las conexiones de puesta a tierra indicadas a continuación, deberán efectuarse de conformidad con los métodos indicados en el TÍTULO II, Capítulo IV.

21.1 Generalidades: Las subestaciones deberán tener un adecuado sistema de puesta a tierra, al cual deberán estar conectados todos los elementos de la instalación que requieran la puesta a tierra para:

A) Proveer un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes a tierra, ya sean debidas por falla a tierra del sistema o la operación de un pararrayos;

B) Evitar que durante la circulación de corrientes de falla a tierra, puedan producirse potenciales de paso y de toque (para el procedimiento de calculo de potenciales de paso y de toque y de potenciales tolerables por el cuerpo humano, en función de la magnitud de la falla y el tiempo de operación de las protecciones, utilizar el estándar IEEE-80 ("IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding" mas reciente o su equivalente) entre distintos puntos de la subestación que puedan ser peligrosas para el personal, considerando que las tensiones tolerables por el cuerpo humano deben ser mayores que las tensiones resultantes en la red de tierra;

C) Facilitar la operación de los dispositivos de protección adecuados, para la rápida eliminación de las fallas a tierra;

D) Proveer mayor confiabilidad y seguridad al servicio eléctrico.

21.2 Disposición física: El conductor que forme el perímetro exterior de la red de puesta a tierra, deberá ser continuo de manera que abarque todo el perímetro en que se encuentran los equipos de la subestación. La red de puesta a tierra deberá estar constituida por cables colocados paralela y perpendicularmente, con un espaciamiento adecuado a la resistividad del terreno y preferentemente formando mallas o redes. En cada cruce de conductores de la red de puesta a tierra, éstos deberán conectarse rígidamente entre sí (preferiblemente por medios exotérmicos) y en los puntos adecuados conectarse a electrodos (con pozos de inspección con tapa) de una longitud y diámetro mínimo de 2.40 m (8 pies) y 18 mm (3/4 pulgadas) respectivamente, clavados en forma vertical y/o contruidos de tal manera, que garanticen el nivel de conductividad en el futuro. El diseño del sistema de tierras deberá considerar las cajas de registro necesarias para efectos de medición y mantenimiento.

21.3 Puesta a tierra de partes no conductoras:

A) Las partes metálicas expuestas que no conducen corriente del equipo eléctrico, deberán conectarse a tierra en forma permanente, tales como cubiertas de tableros, tanques de transformadores e interruptores, así

RESIDT

como las defensas metálicas del equipo eléctrico, incluyendo cercas y mallas perimetrales;

B) Con excepción de equipo instalado en lugares húmedos o lugares peligrosos, las partes metálicas que no conducen corriente pueden no conectarse a tierra, siempre que sean normalmente inaccesibles o que se protejan por medio de resguardos. Estos deben impedir que se puedan tocar inadvertidamente las partes metálicas mencionadas y simultáneamente, algún objeto conectado a tierra;

C) Las estructuras de acero de la subestación, en general, deberán conectarse a tierra.

21.4 Incremento de potencial a tierra: El incremento del potencial a tierra en una subestación, cuando la corriente de falla es drenada a tierra, no debe representar peligro para el personal que se encuentre dentro de la subestación o a aquellos en su perímetro o que toquen su cerca perimetral. Los potenciales de paso y de contacto en las proximidades de la subestación, deberán estar en niveles seguros. Los efectos de transferencia de potencial deberán ser estudiados y limitados.

Artículo 22. Instalación de equipo eléctrico en subestaciones.

22.1 Transformadores de corriente: Los circuitos secundarios de los transformadores de corriente, deben tener medios para ponerse en cortocircuito, conectarse a tierra simultáneamente y aislar los transformadores del equipo normalmente conectado a ellos, mientras el primario esté conectado al circuito alimentador. No se permite el uso de dispositivos de sobre corriente en el secundario.

22.2 Transformadores de potencial: Los circuitos secundarios de transformadores de potencial, deben estar provistos de algún medio de desconexión seguro, que evite la posibilidad de energizar el lado de alta tensión, debido a una retroalimentación accidental desde los circuitos secundarios.

22.3 Protección de los circuitos secundarios de transformadores para instrumento.

A) Puesta a tierra. Los circuitos secundarios de transformadores para instrumento (transformadores de corriente y de potencial) deberán estar conectados efectivamente y permanentemente a tierra en algún punto del circuito.

B) Protección mecánica. Cuando los circuitos primarios operen a más de 600 Volts, los conductores de los circuitos secundarios deberán alojarse en un tubo metálico rígido permanentemente conectado a tierra, a menos que estén adecuadamente protegidos contra daño mecánico y contra el contacto de personas.

22.4 Transformadores de potencia y de distribución.

A) En la instalación de transformadores que contengan aceite, deberán tomarse en cuenta las recomendaciones sobre protección contra incendios, que se indican en el artículo 22.5 G;

B) Los transformadores deberán instalarse en lugares con ventilación apropiada y que sean solamente accesibles a personas autorizadas;

C) Los líquidos aislantes de los transformadores deberán ser ambientalmente aceptables (sin PCB) y no deberán ser nocivos a la salud;

D) Los tanques, carcasas o estructuras metálicas de los transformadores que estén conectados a circuitos de más de 150 volts a tierra, deberán conectarse a tierra permanentemente.

22.5 Interruptores, recerradores, seccionadores y fusibles:

RESIDT

A) Ubicación: Todos los interruptores manuales ó automáticos, cuchillas y fusibles deberán ser accesibles para las personas autorizadas que los operan. Deberán colocarse y marcarse de modo que pueda identificarse fácilmente el equipo que controlan. Los interruptores deberán tener un seguro para sus posiciones de abierto y cerrado o de un letrero cuando no sea posible instalar el seguro. Para equipos que sean operados a control remoto y automáticamente, el circuito de control deberá contar con un medio de inhibición local para evitar operaciones accidentales y permitir la operación manual.

B) Indicación: Deberá ser posible verificar la operación efectuada por un interruptor o una cuchilla, exceptuando los fusibles, por inspección visual de la posición de los contactos de las cuchillas o por el uso de lámparas y/o banderas indicadoras para señalar la posición actual del equipo.

C) Protección contra incendios. Los interruptores en aceite deberán separarse entre sí, o de otros aparatos, como medida de protección contra incendio.

D) Se deberá instalar un interruptor que pueda operarse manualmente, en forma local o remota

- 1) En algún punto conveniente de la alimentación a equipo eléctrico importante;
- 2) En el punto de alimentación de cada uno de los circuitos alimentadores;
- 3) En la entrada de subestaciones de usuarios en el punto de conexión del sistema suministrador;
- 4) Como medio de protección, en casos especiales.

E) En general todos los circuitos que alimenten transformadores, grupos de aparatos y equipo auxiliar de las subestaciones, y todos los circuitos que salgan del local de éstas, deberán protegerse contra sobre corriente mediante cortacircuitos fusible o interruptores automáticos de capacidad suficiente para interrumpir la corriente máxima de cortocircuito a que puedan estar sometidos, excepto en los siguientes casos:

- 1) Conductores puestos a tierra;
- 2) Los circuitos de los transformadores de corriente;
- 3) Otros circuitos en los que su apertura pueda originar peligro a la persona o a los bienes.

22.6 Tableros de mando, control y protección:

A) Localización y accesibilidad: Los tableros deberán colocarse donde el operador no esté expuesto, a daños por la proximidad de partes energizadas o partes de maquinaria o equipo en movimiento;

- 1) Los materiales combustibles deben estar alejados de los tableros.
- 2) El espacio alrededor de los tableros deberá conservarse despejado y no usarse para almacenar materiales;
- 3) Deberá preverse espacio para trabajar;
- 4) Los instrumentos, relevadores y otros dispositivos que requieren lectura o ajuste, deberán ser colocados de manera que estas labores puedan efectuarse fácilmente desde el espacio dispuesto para trabajar

B) Material. Los tableros deberán ser de material no inflamable y resistente a la corrosión;

RESIDT

C) Arreglo e identificación. Las conexiones y el alambrado en los tableros deberán efectuarse en un orden determinado y en forma de que su relación con el equipo sea fácilmente identificable;

D) Puesta a tierra. Las partes metálicas que no conduzcan corriente deberán conectarse efectiva y permanentemente a tierra.

22.7 Sala de baterías.

A) Generalidades. En los ambientes que contienen baterías que puedan desprender gases explosivos, se deberán adoptar las siguientes precauciones:

1) Los pasillos de servicio deberán tener por lo menos 0.80 m de ancho y 2.00 m de altura.

2) Se deberán instalar rótulos de advertencia dentro y fuera de la sala de baterías, prohibiendo, fumar, usar flamas abiertas y el uso de herramientas que produzcan chispas o fuentes de ignición;

3) Deberá disponerse de equipo de seguridad adecuado, para usarse durante el mantenimiento o instalación de las baterías. El equipo de seguridad personal deberá ser como mínimo el siguiente:

(i) Anteojos o careta;

(ii) Guantes resistentes al ácido;

(iii) Delantal protector y protector de zapatos;

(iv) Regaderas de agua y garrafón portátil con agua o agentes neutralizadores de ácido para enjuague de ojos y piel.

(v) Espacios para ubicar recipientes para desechar residuos contaminantes

B) Ubicación: Las baterías deberán ser instaladas en un local independiente;

C) Ventilación: La ventilación, natural o artificial, deberá ser apropiada para evitar la acumulación de una mezcla explosiva;

D) Iluminación: De no contarse con dispositivos contra explosiones;

1) No deberá instalarse en el interior de estos ambientes: interruptores, tomacorrientes, ni ningún otro aparato que pueda producir chispas, llamas o que tengan elementos incandescentes descubiertos;

2) El alumbrado se hará exclusivamente con lámparas eléctricas del tipo protegido y controladas desde fuera del ambiente

CAPITULO III LINEAS SUBTERRANEAS

Artículo 23. Requisitos Generales:

23.1 Líneas Subterráneas. En áreas densamente pobladas y/o de alta circulación de vehículos donde la disposición de las líneas aéreas representen un riesgo inaceptable y donde las distancias mínimas de seguridad no puedan cumplirse, se deberán diseñar instalaciones subterráneas bajo los tres siguientes puntos de vista; seguridad de las personas, seguridad de bienes e instalaciones y continuidad del servicio. El diseño y construcción deberá basarse en el RIE y referencias de reglamentaciones internacionales para el efecto, tales como el NESC y el IEC. La profundidad de las vigaductos de concreto debe cumplir con el RIE. No se permitirá la instalación de cables de potencia directamente enterrados. Adicional a lo requerido en las

RESIDT

reglamentaciones arriba indicadas, se deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

23.2 Localización y Accesibilidad. Las líneas subterráneas deberán quedar localizadas en tal forma que no interfieran con otras instalaciones o propiedades y que se puedan localizar e identificar en forma notoria. Los cables y equipos deberán quedar adecuadamente acomodados con la provisión del espacio de trabajo suficiente y la distancia de seguridad adecuada, de tal manera que el personal autorizado pueda rápidamente tener acceso para mantenimiento y examinarlos o ajustarlos durante su operación.

23.3 Planos de las Instalaciones: El propietario de las instalaciones soterradas deberá mantener el plano debidamente aprobado por la autoridad competente y actualizado, donde se indique la localización precisa en el terreno de las instalaciones subterráneas y las características generales de las mismas. Estos planos deberán proveerse a quién, con justificación los solicite.

Artículo 24. Obra Civil.

La obra civil para instalaciones subterráneas deberá seguir en lo posible una trayectoria recta entre sus extremos; cuando sea necesario puede seguir una trayectoria curva, siempre que el radio de curvatura sea lo suficientemente grande para evitar el daño de los cables durante su instalación. Si la trayectoria sigue una ruta paralela a otras canalizaciones o estructuras subterráneas ajenas, no deberá localizarse directamente arriba o debajo de dichas canalizaciones o estructuras;

Artículo 25. Puesta a tierra de circuitos y equipo.

25.1 Métodos. Los métodos a ser utilizados en la puesta a tierra de circuitos y equipo están indicados en el TITULO II, Capítulo IV de estas Reglas.

25.2 Partes conductoras que deben ponerse a tierra. Los cables blindados, el marco de soporte y carcasa de equipo (incluyendo equipo tipo encapsulado), postes metálicos de iluminación, materiales conductores, tuberías y resguardos elevados que encierran líneas de suministro eléctrico deberán estar efectivamente puestos a tierra.

25.3 Circuitos.

A: Neutrales: Neutrales primarios, secundarios y comunes deben estar efectivamente puestos a tierra;

B: Pararrayos: Los pararrayos deben estar efectivamente puestos a tierra.

CAPITULO IV
METODOS DE PUESTA A TIERRA

Artículo 26. Objetivo. El objetivo de éste capítulo es proporcionar métodos prácticos de puesta a tierra, para usarlos en lugares donde la puesta a tierra es requerida como uno de los medios para salvaguardar al público y los operarios del daño que pudiera causar el potencial eléctrico.

Este capítulo solamente se refiere a los métodos para conectar a tierra los conductores y el equipo de las líneas eléctricas, los requisitos que establecen en qué casos estos elementos deberán estar conectados a tierra, se encuentran en los capítulos (TITULO II CAPITULOS I, II y III) de estas Reglas.

Artículo 27. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra.

27.1 Sistemas de corriente alterna:

A) Hasta 750 V. La Puesta a tierra de un sistema trifásico conexión estrella de 4 hilos, o de un sistema monofásico de 3 hilos, deberá hacerse al conductor neutral. En otros sistemas de una, dos o tres fases, asociados con circuitos de alumbrado, la puesta a tierra deberá hacerse al conductor neutral asociado con

RESIDT

los circuitos de alumbrado. La puesta a tierra deberá hacerse en la fuente de alimentación y en el lado de la carga de todo equipo de servicio.

B) Más de 750 V. Conductor sin pantalla (ya sea desnudo, forrado o aislado sin pantalla) la puesta a tierra deberá hacerse al neutral, en la fuente de alimentación. Si se desea conexiones adicionales a lo largo de la trayectoria del neutral, se puede hacer cuando éste sea uno de los conductores del sistema.

C) Conductor de puesta a tierra separado. Si se usa un conductor de puesta a tierra separado, añadido a un cable subterráneo, este deberá ser conectado en el transformador de alimentación y en los accesorios del cable cuando se requiera que estos vayan conectados a tierra. El conductor deberá estar colocado en el mismo ducto o tubería que los conductores del circuito.

27.2 Cable mensajero y retenidas:

A) Cable mensajero: Los cables mensajeros deberán conectarse a los conductores de puesta a tierra en los postes o torres, a los intervalos máximos indicados a continuación.

1) Cuando el cable mensajero es adecuado para conductor de puesta a tierra del sistema, (véase artículo No. 32) cuatro (4) conexiones como mínimo, en cada 1.6 km de línea, sin incluir las tierras en los servicios a usuarios.

2) Cuando el cable mensajero no es adecuado para conductor de puesta a tierra del sistema, 8 conexiones como mínimo en cada 1.6 km de línea, sin incluir las puestas a tierra de los servicios a usuarios.

B) Retenidas. Las retenidas que requieran estar conectadas a tierra deberán conectarse a:

1) Estructuras de acero puestas a tierra, o a una conexión efectiva a tierra en postes de madera o concreto.

2) Un conductor de línea (neutral) que tenga cuando una puesta a tierra en cada estructura de soporte, además de las conexiones a tierra en los circuitos a usuarios.

27.3 Puesta a tierra de cercas metálicas: Toda cerca metálica que se cruce con líneas de suministro eléctrico deberá conectarse a tierra, a uno y otro lado del cruce, a una distancia sobre el eje de la cerca y no mayor a 45 m. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad de la cerca, ésta deberá aterrizar en el extremo más cercano al cruce con la línea.

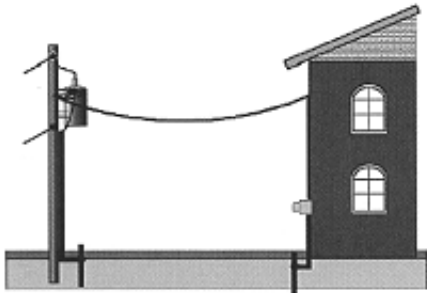


FIGURA No. 14
Puesta a tierra en la Fuente y
en la Carga

Artículo 28. Conductor de puesta a tierra y medios de conexión.

28.1 Composición de los conductores de puesta a tierra:

En todos los casos, los conductores de puesta a tierra deberán ser de cobre o acero cobrizado, que minimice la corrosión durante su vida útil prevista. De

RESIDT

ser posible no deberán tener empalmes; si los empalmes son inevitables deberán estar fabricados y conformados, de forma que no se incremente notablemente la resistencia del conductor y también deberán tener, adecuadas características mecánicas y de resistencia a la corrosión. La estructura metálica de un edificio o de otra construcción, puede servir como conductor de puesta a tierra y como un aceptable electrodo a tierra;

28.2 Desconexión del conductor de puesta a tierra:

En ningún caso deberá insertarse un dispositivo de desconexión en el conductor de puesta a tierra.

28.3 Medios de conexión:

La conexión del conductor de puesta a tierra y los diferentes elementos a que está unido, deberá hacerse por medios que igualen las características del propio conductor y que sean adecuadas para la exposición ambiental. Estos medios incluyen soldaduras y conectores mecánicos o de compresión.

28.4 Capacidad de corriente y resistencia mecánica:**A) Para sistemas conectados a tierra en un solo punto.**

El conductor de puesta a tierra para un sistema conectado a tierra en un solo punto por medio de un electrodo o grupo de electrodos deberá tener una capacidad de corriente de corto tiempo adecuada para la corriente de falla, que puede circular por el propio conductor durante el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si este valor no puede ser fácilmente determinado, la capacidad de corriente de corto tiempo del conductor de puesta a tierra no deberá ser menor que la corriente a plena carga del transformador u otra fuente de alimentación.

B) Para sistemas de corriente alterna con múltiples conexiones a tierra.

El conductor de puesta a tierra para un sistema de corriente alterna con tierras en más de un lugar, excluyendo las tierras en los servicios a usuarios, deberá tener una capacidad de corriente continua en cada localización, cuando menos igual a un quinto de la capacidad de los conductores del sistema al que esté unido.

C) Para Pararrayos.

El conductor de puesta a tierra deberá tener una adecuada capacidad de corriente de corto tiempo bajo las condiciones de corriente excesiva causada por una onda. En ningún caso, el conductor de puesta a tierra de un pararrayos individual debe ser de área de sección transversal menor de No. 6 AWG (13.30 mm²) de cobre ó No. 4 AWG (21.15 mm²) de aluminio.

D) Para equipo, mensajeros y retenidas.

El conductor de puesta a tierra para equipo, canalizaciones, mensajeros, retenidas, cubiertas metálicas de cables y otras envolventes metálicas de conductores, deberá tener la capacidad de corriente de corto tiempo adecuada para la corriente de falla disponible y el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si no se provee protección contra sobre corriente o falla, la capacidad de corriente del conductor de puesta a tierra deberá determinarse con base en las condiciones de diseño y operación del circuito, pero no deberá ser de área de sección transversal menor de No. 6 AWG (13.30 mm²) de cobre.

E) Límite de la capacidad de corriente:

El conductor de puesta a tierra no necesita tener mayor capacidad de corriente que cualquiera de las siguientes:

- 1) La de los conductores de fase que suministrarían la corriente de falla a tierra;
- 2) La corriente máxima que puede circular por el conductor, hacia el electrodo a que esté unido.

RESIDT

Para un conductor simple de puesta a tierra, ésta corriente sería igual a la tensión de suministro dividida entre la resistencia del electrodo.

F) Resistencia Mecánica.

Todo conductor de puesta a tierra deberá tener resistencia mecánica adecuada para las condiciones a que esté sometido, dentro de los límites razonables. Además los conductores de puesta a tierra sin protección deberán tener una resistencia a la tensión no menor que la del área de sección transversal de No. 6 AWG (13.30 mm²) de cobre suave.

G) Protección de conductores de puesta a tierra.

1) Los conductores de puesta a tierra para sistemas conectados a tierra en un solo punto y aquellos conductores expuestos a daño mecánico deberán protegerse. Sin embargo no requieren protegerse donde no estén fácilmente accesibles al público, ni donde conecten a tierra circuitos o equipo con múltiples conexiones a tierra.

2) Cuando se requiera protección, los conductores de puesta a tierra deberán protegerse por medio de protectores adecuados al riesgo razonable a que estén expuestos. Se recomienda que los protectores se extiendan a no menos de 2.50 m arriba del suelo o en una plataforma donde los conductores no sea accesibles al público.

3) Los protectores para conductores de puesta a tierra de equipo de protección contra descargas atmosféricas, deberán ser de material no magnético, si envuelven completamente al conductor o si no están unidas en ambos extremos al propio conductor de puesta a tierra.

Artículo 29. Electrodo de puesta a tierra. Cuando se utilicen electrodos fabricados, estos deberán penetrar, tanto como sea posible, por debajo del nivel de humedad del terreno.

El electrodo de puesta a tierra deberá ser permanente y adecuado para el sistema eléctrico de que se trate. En todos los casos, los electrodos de puesta a tierra deberán ser de cobre u otros metales o de aleaciones que minimicen la corrosión durante su vida útil prevista. Toda la superficie externa de los electrodos deberá ser conductora, esto es, que no tenga pintura, esmalte u otra cubierta aislante. La cantidad y tamaño de los electrodos a seleccionar, deberá considerar sus limitaciones de descarga de corriente y no deberán ser menores de 2.40 m (8 pies) de longitud y 16 mm (5/8 pulgadas) de diámetro;

Artículo 30. Medios de conexión a electrodos. Hasta donde sea posible, las conexiones a los electrodos deberán ser accesibles. Los medios para hacer estas conexiones deberán proveer la adecuada sujeción mecánica, duración y capacidad de conducción de corriente, tal como las siguientes:

A) Una abrazadera, accesorios o soldadura permanentes y efectivos;

B) Un conector de bronce con rosca que penetre bien ajustado en el electrodo;

C) Los electrodos fabricados o las estructuras conectadas a tierra, deberán separarse por lo menos 3.00 m (10 pies) de líneas de tuberías usadas para la transmisión de líquidos o gases inflamables, que operen a altas presiones (10.5 kg/cm² ó más), a menos que estén unidos eléctricamente y protegidos catódicamente como una sola unidad.

D) Cualquier recubrimiento de material no conductor, tal como esmalte ó moho, que esté presente sobre las superficies de contacto de electrodos en el punto de la conexión, deberá ser removido completamente donde se requiera, a fin de conservar una buena conexión.

Artículo 31. Resistencia a tierra. El sistema de puesta a tierra deberá consistir de uno o más electrodos conectados entre sí. Este sistema deberá tener una resistencia a tierra suficientemente baja, para minimizar los riesgos a las personas, en función de la tensión de paso y de contacto.

RESIDT

31.1 Sistema de un solo electrodo. La resistencia a tierra de una conexión individual a través de un electrodo deberá ser lo más cercana a cero ohms, y en ningún caso deberá ser mayor de 25 ohms. Cuando la resistencia es mayor de 25 ohms, deberán usarse dos o más electrodos hasta alcanzar este valor. El valor citado, es el máximo admisible medido en época seca;

31.2 Sistemas multiterrizados. El neutral de los sistemas de distribución de energía eléctrica deberá estar conectado a un electrodo de puesta a tierra en cada transformador de distribución y a un número suficiente de puntos adicionales, de tal manera que se tenga no menos de cuatro conexiones a tierra en cada 1.6 km de línea, sin incluir las conexiones a tierra de los usuarios.

31.3 Sistema subterráneo. Para instalaciones subterráneas el valor recomendado de resistencia a tierra es de 25 ohmios.

TITULO III
CRITERIOS VARIOS

CAPITULO I
PROTECCIÓN DE LINEAS Y SUBESTACIONES

Artículo 32. Métodos y Mecanismos de Protección.

32.1 El acceso a lugares en donde se encuentre equipo en movimiento o energizado deberá ser restringido únicamente a personal autorizado.

32.3 Mecanismos y equipo de protección así como la ropa de trabajo, deben ser revisados constantemente para asegurarse que se encuentra en condiciones seguras de operar.

32.4 Antes de ejecutar trabajos sobre líneas, el trabajador debe realizar inspecciones o pruebas preliminares para determinar las condiciones existentes.

32.5 Los trabajadores deben utilizar ropa adecuada de acuerdo a la tarea asignada y al medio ambiente. Cuando se trabaja en la vecindad de líneas o equipo energizado, los trabajadores deben evitar tener en sus ropas artículos metálicos expuestos.

Artículo 33. Líneas aéreas.

33.1 Frecuencia de Inspección. Las líneas aéreas y su equipo asociado deberán ser inspeccionados con la frecuencia que la experiencia demuestre que sea necesario;

33.2 Instalando estructuras cerca de líneas energizadas. Cuando se instale, nueva o remueva una estructura cerca de líneas energizadas, se deberán tomar las precauciones adecuadas para evitar contacto de la estructura con la línea energizada, además los trabajadores deben usar ropa adecuada para estos trabajos.

33.3 Verificando las estructuras antes de escalarlas. Antes de escalar una estructura, se deberá verificar que la estructura es capaz de soportar la tensión o el desbalance adicional a que estará sometida. Si se comprueba que la estructura no es segura para escalar, se debe evitar escalarla a menos que se asegure con retenidas u otro medio adecuado.

33.4 Instalando y removiendo cables. Al momento de instalar o remover cables es necesario que la Distribuidora tome las medidas de precaución necesarias, para evitar poner en riesgo a los transeúntes y al tráfico vehicular.

33.5 Líneas fuera de servicio temporalmente. Las líneas aéreas que se encuentren temporalmente fuera de servicio deberán ser mantenidas y controladas como si ellas estuvieran en servicio;

RESIDT

33.6 Registro de defectos o problemas en las líneas. Cualquier defecto o problema que sea detectado a través de pruebas, inspecciones u otro medio y que por alguna razón no sea corregido inmediatamente, deberá ser reportado y registrado en un libro o archivo magnético habilitado exclusivamente para el control de este tipo de evento. Esta información deberá estar a disposición de la ASEP en el momento en que esta la requiera;

33.7 Líneas con historial de problemas. Las líneas aéreas y equipo asociado que tengan un historial de registros que demuestren problemas o defectos que pueden, razonablemente, suponer que podrían poner en peligro la seguridad de las personas y/o de las instalaciones deberá ser inmediatamente reparada, desconectada o aislada.

Artículo 34. Subestaciones.

34.1 Equipo para trabajar en partes energizadas. Los trabajos en estas instalaciones deberán ser ejecutados por personal capacitado y provisto de equipo de protección especial adecuado a la tensión de que se trate, tales como: guantes, mangas, cubiertas de hule, herramientas aisladas, dispositivos para prueba y para puesta a tierra, pértigas, canastillas o plataformas aisladas, etc. El equipo deberá ser inspeccionado periódicamente por la empresa y conservado en buenas condiciones;

34.2 Trabajos en instalaciones sin tensión. Los trabajos en estas instalaciones aún cuando no estén con tensión, deberán ser ejecutados por personal capacitado y provisto de equipo de protección apropiado. Cuando se ejecuten trabajos en parte de estas instalaciones que no están con tensión, se deberán tomar medidas para evitar, al personal, todo peligro que provenga de las instalaciones vecinas que hubiera quedando con tensión.

34.3 Acceso a personas ajenas al servicio. En el caso de que por alguna razón sea necesario hacer que las instalaciones de las subestaciones sean momentáneamente accesibles para personas ajenas al servicio, se deberán tomar medidas para impedir que corran peligro.

Artículo 35 Líneas Subterráneas.

35.1 Aviso a propietarios de Instalaciones cercanas: Deberá informarse con anticipación a los propietarios o encargados de la operación de otras instalaciones acerca de las nuevas construcciones o cambios en las instalaciones existentes que puedan afectar adversamente a las primeras;

35.2 Protección en áreas de trabajo:

A) Antes de iniciar cualquier trabajo que pueda poner en peligro al público o a los trabajadores, deberán colocarse avisos preventivos, barreras normalizadas o conos fosforescentes, de tal manera que sean perfectamente visibles al tránsito de vehículos y peatones que se acercan al lugar de trabajo; en estos casos, el personal a cargo de los trabajos deberá usar chalecos de color fosforescente y deberán poner en funcionamiento los faros giratorios del vehículo o cualquier otro dispositivo de señalización. Durante la noche, adicionalmente, deberán utilizarse señales luminosas o reflectivas. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones de tránsito lo justifiquen, una persona deberá dedicarse exclusivamente a advertir a los transeúntes sobre los riesgos existentes;

B) Durante el día, los agujeros, zanjas, registros sin tapa u obstrucciones deberán identificarse con señales de peligro, tales como avisos preventivos y acordonamiento, conos fosforescentes o barreras. Durante la noche deberán usarse señales luminosas o reflectivas. De ser necesario dejar desatendido temporalmente algún agujero, deberá colocarse una tapa provisional para evitar accidentes al público;

RESIDT

C) Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones del tránsito lo justifiquen, deberá solicitarse el auxilio de las autoridades de tránsito competentes, para advertir a los transeúntes sobre los riesgos existentes;

D) Cuando por razón de los trabajos se expongan partes energizadas o en movimiento, deberán colocarse avisos preventivos y guardas, para advertir a los otros trabajadores en el área.

Artículo 36. Distancias mínimas de aproximación: Los trabajadores de las empresas distribuidoras no deben aproximarse, o permitir que se aproximen otras personas, a cualquier objeto conductor a una distancia menor que la permitida por la Tabla No.18, a menos que cumpla con uno de los siguientes requisitos:

- 1) La línea o parte de ella está desenergizada;
- 2) El trabajador está aislado de la línea energizada. Equipo de protección aislado de acuerdo a la tensión de operación debe ser utilizado por el trabajador.

TABLA No. 18		
DISTANCIAS MÍNIMAS DE APROXIMACION DEL TRABAJADOR PARA TRABAJAR EN PARTES ENERGIZADAS EXPUESTAS DE CORRIENTE ALTERNA		
TENSION DE FASE A FASE (KV)	DISTANCIA MINIMA DE APROXIMACION FASE A TIERRA (m)	DISTANCIA MINIMA DE APROXIMACION FASE A FASE (m)
0 - 0.300	Evitar contacto	Evitar contacto
0.301 - 0.750	0.31	0.31
0.751 - 15	0.65	0.67
15.1 - 36	0.77	0.86
36.1 - 48	0.84	0.96
48.1 - 121	1.02	1.28
138 - 145	1.09	1.60
161 - 169	1.22	1.71
230 - 242	1.55	2.27
345 - 362	3.55	3.80
500 - 550	3.42	6.50
765 - 800	4.52	7.91

A) Factores de Corrección por altura.

Las distancias dadas en la tabla No. 18 deben ser utilizadas para elevaciones de hasta 900 metros sobre el nivel del mar, para elevaciones mayores deben utilizarse los factores de corrección indicados en la tabla No. 19.

TABLA No. 19	
Factores de Corrección por Altitud	
Altitud (msnm)	Factor de Corrección
900	1.00
1200	1.02
1500	1.05
1800	1.08
2100	1.11
2400	1.14
2700	1.17
3000	1.20
3600	1.25
4200	1.30

RESIDT

TITULO III
SANCIONES E INCUMPLIMIENTOS

Artículo 36. Sanciones. Se deberá cumplir con lo establecido en el RIE, la ASEP, las Normas Municipales y de la Oficina de Seguridad de los Cuerpos de Bomberos de Panamá. El incumplimiento con las medidas de seguridad de las instalaciones de distribución eléctrica establecidas en estas reglas, resultará en sanciones aplicadas por la Autoridad Competente.

TITULO IV
DISPOSICIONES FINALES

CAPITULO UNICO

Artículo 37. Reglamentaciones Complementarias. En todo lo que no esté expresamente indicado en estas Reglas, prevalecen los requisitos vigentes del RIE en lo que corresponda.

Artículo 38. Responsabilidad Técnica. Toda actividad técnica relacionada con estas Reglas, deberá ser realizada, supervisada y/o avalada por un profesional idóneo en la Electricidad.