



## CURSO VIRTUAL

**“NORMATIVIDAD ELÉCTRICA DE LÍNEAS Y  
REDES ELÉCTRICAS SEGÚN CNE - DGE  
Y NORMATIVAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL  
TRABAJO EN EL SECTOR SUB ELÉCTRICO EN PERÚ”**



INICIO:  
03 DE OCTUBRE

HORARIO: MIÉRCOLES Y VIERNES



8:00 PM A 10:00 PM



**TEMA:**

**Normatividad de Líneas y Redes  
eléctricas según CNE – DGE**

*Dr.Ing. Cip. Enrique Díaz Rubio*



# Sesión 10

*Dr.Ing. Cip. Enrique Díaz Rubio*



# CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

## (CNE) - SUMINISTRO

*Dr.Ing. Cip. Enrique Díaz Rubio*



# NORMATIVIDAD VIGENTE

**Aprueban el Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011)**

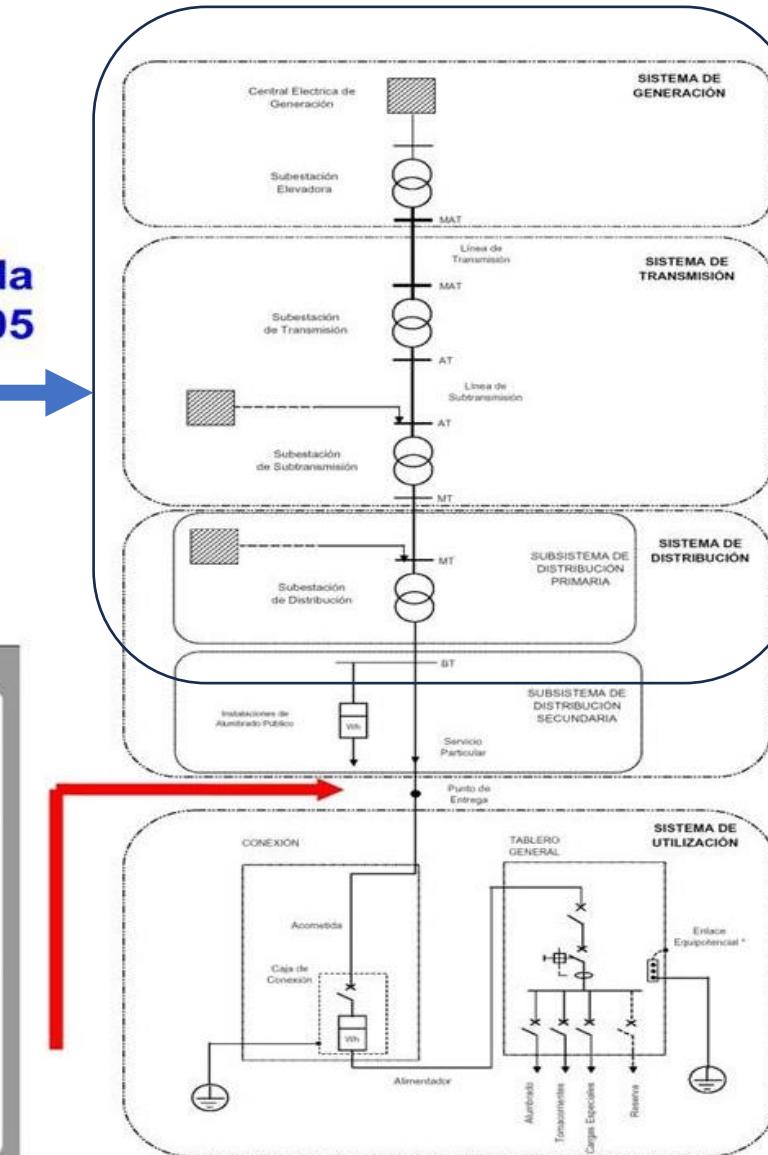
**RESOLUCIÓN MINISTERIAL  
Nº 214-2011-MEM/DM**

Lima, 29 de abril de 2011



**RM publicada  
2011-05-05**

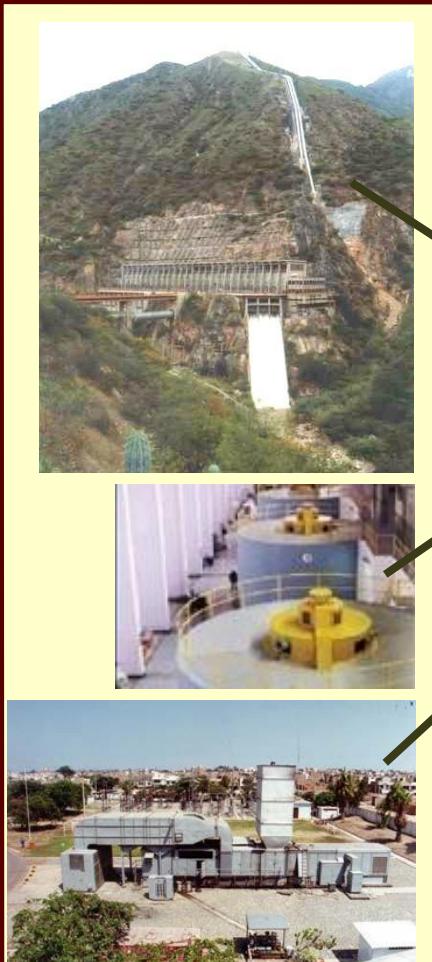
**R.M 2006**



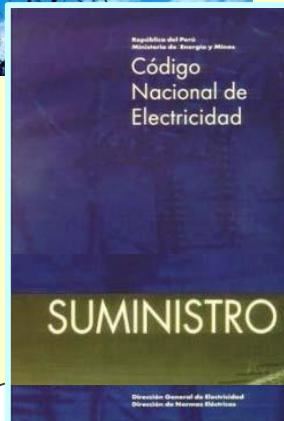
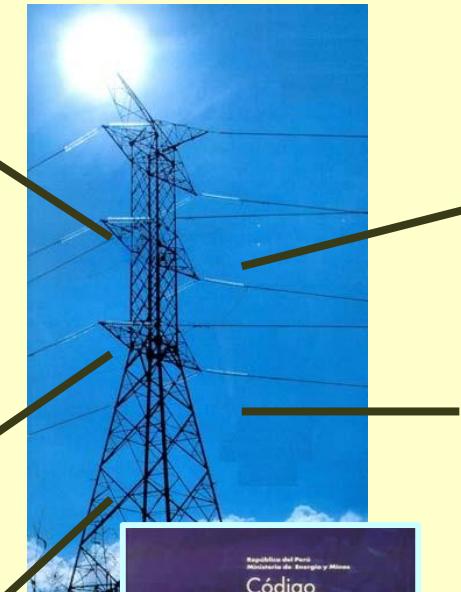


# ESTRUCTURA DEL SUBSECTOR ELECTRICIDAD

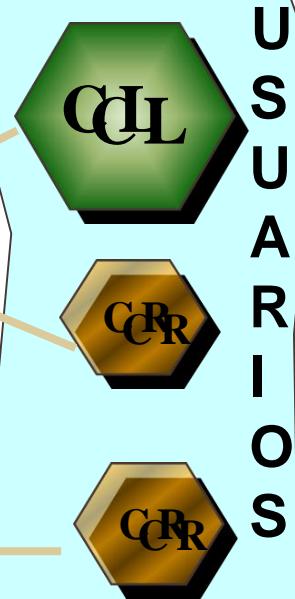
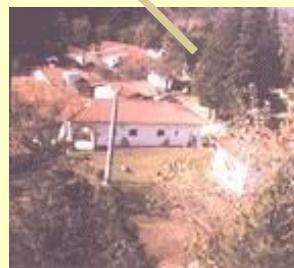
## Generación



## Transmisión



## Distribución



U  
S  
U  
A  
R  
I  
O  
S



# CODIGO NACIONAL ELECTRICO(CNE) – SUMINISTRO 2011

- CNE – SUMINISTRO 2011
- <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/R%20M%20y%20CNE%202011.pdf>
- [https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/normatividad/ManualCNE\\_Suministro.pdf](https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/normatividad/ManualCNE_Suministro.pdf)



PERÚ

Ministerio  
de Energía y MinasViceministerio  
de EnergíaDirección  
General de Electricidad

# CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD (SUMINISTRO 2011)

## SE RESUELVE:

**Artículo 1º.-** Aprobar el Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011), que consta de cuarenta y cuatro (44) Secciones, el mismo que como Anexo forma parte integrante de la presente Resolución.

**Artículo 2º.-** La presente Resolución Ministerial, entrará en vigencia al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano. Los proyectos que sean aprobados a partir de dicha fecha, deberán cumplir las reglas del Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011).

**Artículo 3º.-** Al entrar en vigencia el Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011), quedará sin efecto la edición del Código Nacional de Electricidad (Suministro) aprobado mediante Resolución Ministerial N° 366-2001-EM/VME, de fecha 27 de julio de 2001.

**Artículo 4º.-** El Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011) deberá ser actualizado en un periodo no mayor de cuatro años.

**Artículo 5.-** Disponer la publicación de la presente Resolución Ministerial y su anexo, en la página Web del Ministerio de Energía y Minas (<http://www.minem.gob.pe>).

Regístrese, comuníquese y publíquese.

PEDRO SÁNCHEZ GAMARRA  
Ministro de Energía y Minas

635987-2



## CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD (SUMINISTRO 2011)

### ÍNDICE GENERAL

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Sección 1	Introducción al Código Nacional de Electricidad Suministro	1
Sección 2	Terminología Básica	8
Sección 3	Métodos de Puesta a Tierra para Instalaciones de Suministro Eléctrico y Comunicaciones	22
<b>PARTE 1.</b>	<b>REGLAS PARA LA INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DE SUMINISTRO ELÉCTRICO Y EQUIPOS</b>	
Sección 10	Objetivo y Alcance de las Reglas	41
Sección 11	Medidas de Protección en las Estaciones de Suministro Eléctrico	42
Sección 12	Instalación y Mantenimiento de Equipos	54
Sección 13	Equipo Rotativo	69
Sección 14	Baterías de Acumuladores	71
Sección 15	Transformadores y Reguladores	73
Sección 16	Conductores	75
Sección 17	Interruptores automáticos, Interruptores, Reconectadores, Seccionadores y Fusibles	77
Sección 18	Dispositivos de maniobra y Barra bajo envolvente metálica	80
Sección 19	Pararrayos (Protección contra Sobretensores)	84
<b>PARTE 2.</b>	<b>REGLAS DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LINEAS AEREAS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO Y COMUNICACIONES</b>	
Sección 20	Objetivo, Alcance y Aplicación de las Reglas	86
Sección 21	Requerimientos Generales	88
Sección 22	Relaciones entre las Diversas Clases de Líneas y Equipos	107
Sección 23	Distancias de Seguridad	116
Sección 24	Grados de Construcción	205
Sección 25	Cargas para los Grados B y C	213
Sección 26	Requerimientos de Resistencia	224
Sección 27	Aislamiento de la Línea	241

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
<b>PARTE 3.</b>	<b>REGLAS DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO Y COMUNICACIONES</b>	
Sección 30	Objetivo, Alcance y Aplicación de las Reglas	247
Sección 31	Requerimientos Generales que se aplican a las Líneas Subterráneas	248
Sección 32	Sistemas de Conductos	253
Sección 33	Cable de Suministro	262
Sección 34	EL Cable en las Estructuras Subterráneas	264
Sección 35	Cable Directamente Enterrado	268
Sección 36	Subida de cables	278
Sección 37	Terminales o Terminaciones del Cable de Suministro	280
Sección 38	Equipo	282
Sección 39	Instalación en Túneles	285
<b>PARTE 4.</b>	<b>REGLAS PARA LA OPERACIÓN DE LÍNEAS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO Y COMUNICACIONES Y EQUIPOS</b>	
Sección 40	Objetivo y Alcance de las Reglas	287
Sección 41	Sistemas de Suministro y Comunicaciones – Reglas para las Empresas	288
Sección 42	Reglas Generales para los Trabajadores	292
Sección 43	Reglas Adicionales para los Trabajadores de Comunicaciones	303
Sección 44	Reglas Adicionales para los Trabajadores de Suministro	305



# CNE – SUMINISTRO 2011

## 17.A. Niveles de tensión

Podrá continuar utilizándose los niveles de tensión existentes y las tensiones recomendadas siguientes (véase la definición Nivel de Tensión):

Baja Tensión: 380 / 220 V 440 / 220 V

Media Tensión: 20,0 kV (\*) 22,9 kV 22,9 / 13,2 kV 33 kV 33 / 19 kV

Alta Tensión: 60 kV 138 kV 220 kV

Muy Alta Tensión: 500 kV

(\*) *Tensión nominal en media tensión considerada en la NTP-IEC 60038: “Tensiones normalizadas IEC”.*

NOTA: *El sistema monofásico con retorno total por tierra de la configuración en media tensión 22,9/ 13,2 kV, es una alternativa de aplicación en los proyectos de Electrificación Rural.*



## Parte 1.

### Reglas para la Instalación y Mantenimiento de las Estaciones de Suministro Eléctrico y Equipos

#### Sección 10

##### Objetivo y Alcance de las Reglas

###### **100. Objetivo**

El objetivo de la Parte 1 de este Código es salvaguardar los derechos y la seguridad de las personas y de la propiedad pública y privada durante la instalación, operación o mantenimiento de las estaciones de suministro eléctrico y sus equipos asociados, sin afectar el medio ambiente ni el Patrimonio Cultural de la Nación.

###### **101. Alcance**

La Parte 1 de este Código se aplica a los equipos y conductores de suministro eléctrico, así como a las disposiciones estructurales asociadas en las estaciones de suministro eléctrico, que incluyen las centrales eléctricas y subestaciones; a las cuales tienen acceso sólo el personal autorizado. De igual modo, esta parte se aplica a los conductores y equipos empleados en primer lugar para la utilización de la energía eléctrica cuando son usados por la empresa de servicio público en ejercicio de sus funciones como tal.

## Parte 1

### Reglas para la Instalación y Mantenimiento de las Estaciones del Suministro Eléctrico y Equipo

#### Sección 10

##### Objetivo y Alcance de las Reglas

###### **100. Objetivo**

El propósito de la Parte 1 es proveer protección de manera práctica, a las personas que ejecutan tareas de instalación, operación y mantenimiento en las estaciones de suministro eléctrico.

###### **101. Alcance**

Esta parte sólo se aplica cuando las instalaciones involucradas son accesibles a personal calificado. Cuando los requerimientos de la Regla 110.A - Recinto de protección del Equipo - no se cumplen, el área es considerada accesible a personal no calificado, entonces aplicamos la Parte 2.

La Parte 1 cubre el equipo de suministro eléctrico, conductores, y las disposiciones estructurales en el interior y exterior de las estaciones generadoras, estaciones de maniobra y subestaciones, ya sean propios u operados por una empresa de servicio público o que se encuentren ubicados en un complejo industrial o comercial. La Parte 1 cubre los sistemas de las empresas de servicio privados y público, incluyendo los sistemas de generación que interactúan con empresas de servicio público, propios y operados por un productor de energía independiente.

Las estaciones de suministro eléctrico pertenecientes e instalados en un establecimiento industrial, donde las instalaciones están bajo del control y son accesibles solamente a personal calificado, serán cubiertas por el Código. Los elementos claves para determinar cuando se aplica El Código Nacional de Electricidad - Utilización o el Código, en una instalación industrial son: (a) Tiene la "estación de suministro eléctrico" una generación de electricidad o una función de entrega (como opuesto solamente a una función de cableado de utilización)?; y (b) Está la instalación bajo el control exclusivo de, y accesible solamente a personas calificadas?. Si la



## Sección 11

### Medidas de Protección en las Estaciones de Suministro Eléctrico

#### 110. Requerimientos generales

##### 110.A. Recinto de protección del equipo

###### 110.A.1. Tipos de recintos de protección

En las salas y espacios en los cuales se encuentran instalados el equipo y los conductores de suministro eléctrico deberán colocarse cercos, pantallas, tabiques o paredes de tal modo que formen un recinto que limite la posibilidad de entrada a personas no autorizadas o la interferencia de las mismas con el equipo ubicado dentro. Deberán mantenerse cerradas las entradas que no sean vigiladas por el encargado autorizado.

En cada entrada deberá exhibirse una señal de seguridad. En las estaciones de suministro eléctrico cercadas se deberá exhibir una señal de seguridad en cada lado del ambiente.

Los cercos metálicos, que son utilizados para cercar las estaciones de suministro eléctrico que tengan conductores eléctricos o equipo con partes eléctricas expuestas y energizadas, deberán tener una altura de no menos de 2,20 m en todo el perímetro y serán puestos a tierra de acuerdo con la Sección 3. Los requerimientos de altura del cerco pueden cumplir con cualquiera de los siguientes aspectos:

- Estructura del cerco, 2,20 m o más de altura.
- Una combinación de 1,90 m o más de estructura del cerco y una extensión que utiliza tres o más hileras de alambre de púas para alcanzar una altura total del cerco no menos de 2,20 m .
- Otros tipos de construcción, tales como material no metálico, que presentan barreras equivalentes para el escalamiento u otras entradas no autorizadas.

*NOTA: Las subestaciones de distribución tales como subestaciones del tipo monoposte, biposte, compacta pedestal, compacta bóveda, no requieren cercos.*

###### 110.A.2. Zona de distancia de seguridad

Los cercos o paredes, que son instalados como barreras para el personal no autorizado, deberán colocarse de tal manera que las partes expuestas con tensión se encuentren fuera de la zona de distancia de seguridad, tal como se ilustra en la Figura 110-1 y se muestra en la Tabla 110-1.

*EXCEPCIÓN 1: Donde se vaya a utilizar un cerco, tabique o pared sin aberturas a través de los cuales se pueda insertar palos u otros objetos, las partes con tensión de acuerdo con los requerimientos de este Código pueden ser instaladas dentro de la zona de distancia de seguridad si es que éstas se encuentran debajo de la línea*

## MANUAL DE INTERPRETACIÓN CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD SUMINISTRO 2001

### Sección 11: Medidas de Protección en las Estaciones de Suministro Eléctrico

## Sección 11

### Medidas de Protección en las Estaciones de Suministro Eléctrico

#### 110. Requerimientos generales

##### 111. Iluminación

##### 112. Pisos, Abertura de Pisos, Pasadizos y Escaleras

##### 113. Salidas

##### 114. Protección Contra incendios

##### 115. Sistemas de Comunicación

##### 116. Protección Contra Rayos

#### 110. Requerimientos generales

##### 110. A. Recinto de Protección del Equipo

La Regla 110.A. tiene el propósito de limitar el efecto adverso a las personas no autorizadas en las instalaciones en recintos, o viceversa. El utilizar cercos, pantallas, tabiques, o paredes, han demostrado seguridad y deberá ser ubicado en lugares notorios o cerca a la puerta, reja, barreras removibles, u otras áreas de entrada. Generalmente es un medio efectivo para cumplir con el propósito de esta regla, especialmente cuando se utilizan letreros apropiados de seguridad en las entradas a las áreas cercadas.

Los cercos deberán estar a un mínimo de 2,20 m de alto – de acuerdo al Código y al Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad - y estar efectivamente puestos a tierra. Los cercos deberán estar puestos a tierra para reducir el peligro de un conductor energizado fallado en contacto, el peligro de tensión y corriente inducida electromagnéticamente en el cerco, y el peligro originado por potenciales de toque del cerco durante condiciones de falla. El estándar IEEE Std 80 – "Guide for Safety in AC Substation Grounding", indica como poner a tierra efectivamente cercos conductivos.

Se reconoce a partir de datos existentes en la operación de tales cercos, para que los cercos cumplan su propósito disuasivo, se requiere sobre todo una altura mínima del cerco de 2,20 m . Si se utiliza 1,90 m de malla con una extensión de alambre de púas en ángulo, la extensión en ángulo debe ser mayor que 300 mm a fin que la altura total del cerco sea como mínimo 2,20 m . Véase la Figura H110-1.

La extensión debe ser inclinada hacia adentro o hacia fuera, pero debe ser lo suficientemente extenso para alcanzar los 2,20 m .



**Tabla 110-1**  
**Valores para utilizarse con la Figura 110-1**

Tensión nominal entre fases (V)	BIL Típico (kV)	Dimensión "R" (m)
151 – 7 200	95	3.0
13 800	110	3.1
23 000	150	3.1
34 500	200	3.2
46 000	250	3.3
69 000	350	3.5
115 000	550	4.0
138 000	650	4.2
161 000	750	4.4
230 000	825	4.5
230 000	900	4.7
345 000	1 050	5.0
345 000	1 175	5.3
345 000	1 300	5.5
500 000	1 550	6.0
500 000	1 800	6.6

### 110.C. Equipo eléctrico

Todo el equipo fijo será sostenido y asegurado de una manera consistente con las condiciones de servicio razonablemente esperadas. Se debe prestar consideración al hecho de que algún equipo pesado, tal como los transformadores, pueden ser asegurados en el lugar por su peso. Sin embargo, el equipo que genere fuerzas dinámicas durante la operación puede requerir medidas adicionales adecuadas.

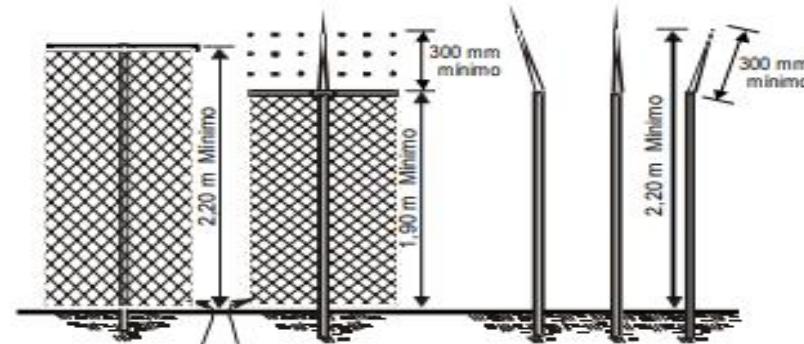
*NOTA: La instalación de los transformadores deberá ser de tal manera que se asegure su fijación mecánica a la estructura considerando las posibles caldas o desplazamientos originados por vibraciones e incluso por los movimientos telúricos.*

### 111. Iluminación

#### 111.A. En condiciones normales

Para la iluminación artificial de las áreas de trabajo (lugar donde se desarrolla la tarea visual) deberá tomarse en cuenta la Regla 111.A.1, y para la iluminación de salas y espacios, se deberá tomar en cuenta la Regla 111.A.2.

Para la aplicación de ambas Reglas 111.A.1 y 111.A.2, la relación entre los valores mínimos y medios de iluminancia, no deberá ser inferior a lo establecido en el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas.



La malla del cerco debe ser lo suficientemente firme y lo más cerca posible al piso, de modo que el ingreso no pueda ser efectuado sin causar deformación permanente de los materiales del cerco.

La altura mínima de los cercos debe ser 2,20 m, en caso de tener cerco de 1,90 m, se debe realizar una combinación con 300 mm de cerco con alambre de púas (ver Regla 110.A.1)

**Figura H110-1**  
**Requerimientos del Cerco**

De la información disponible se tiene que, el ingreso no autorizado a las estaciones de suministro eléctrico es relativamente raro. La entrada accidental dentro de las estaciones de suministro eléctrico es esencialmente inexistente. Además, la mayoría de las violaciones de los cercos ocurren al deslizarse por debajo del cerco, en vez de treparlo. Cuando un cerco en forma de eslabón es utilizado para cumplir con la Regla 110.A, la malla del cerco no requiere tocar suelo, pero debe estar lo suficientemente cerca y estirada para prevenir que una persona pase debajo del cerco, sin que deforme permanentemente el cerco. Frecuentemente, las empresas de servicio público, instalan un solado de concreto para controlar la erosión y limitar el ingreso deslizándose por debajo del cerco.

Estas reglas proporcionan protección tanto para los trabajadores autorizados como para el público en general. El Código correctamente establece que el propósito de estas reglas es "minimizar la posibilidad de ingreso de personas no autorizadas". El Código reconoce que, desafortunadamente, no es posible prevenir que intrusos decididos, ganen acceso en las áreas de acceso restringido. Para violar las restricciones obvias de ingreso dadas en el Código, se requiere una acción consciente; aquellos que lo hacen son responsables por las consecuencias de sus acciones.

**PRECAUCIÓN:** Si una estación de suministro eléctrico está cerrada en sus tres lados por un cerco y el otro lado por un edificio que no está restringido solamente a personal autorizado, las instalaciones dentro de la estación no cumplen los requerimientos de la Parte 1, a menos que se prohíba la salida del edificio hacia el interior la estación de suministro eléctrico. En tal caso, se requiere que las instalaciones dentro de la estación de suministro eléctrico requerido cumplan con las distancias de seguridad de la Parte 1, excepto que las distancias de seguridad de la Regla 234.C. son requeridas



## **117. Ubicación de las subestaciones y estructuras, y criterios de seguridad**

### **117.A. Estructuras o postes de redes de distribución y de subestaciones aéreas y compactas**

Las estructuras o los postes de las redes de distribución y de las subestaciones aéreas y compactas, deberán ubicarse en lugares en los que se cumplan las distancias de seguridad establecidas en la Sección 23, y que no dificulten el libre acceso a las propiedades o predios adyacentes; en lo posible, su ubicación deberá ser de tal manera que su eje coincida con el linderío de los predios colindantes. Asimismo, estas estructuras o postes no deberán obstaculizar el paso directo a los pasajes.

*NOTA: En el caso de incremento de carga que motive instalar una subestación, ésta deberá instalarse delante del predio del indicado usuario y no otro lugar que afecte predios diferentes al del interesado.*

### **117.B. Ubicación de Subestaciones con respecto a lugares de pública concurrencia**

Las subestaciones de distribución aéreas, con el propósito de dar las facilidades de acceso y espacio, en casos de contingencias o emergencias, deberán estar ubicados a suficiente distancia respecto a los accesos o salidas de emergencia de cualquier edificación, destinada o con un proyecto aprobado por el Municipio, para Centro Educativo, Mercado, Hospital, Clínica, Iglesia, Teatro, locales de espectáculos u otros similares, de modo que se cumplan las indicaciones establecidas o coordinadas con el Instituto Nacional de Defensa Civil.

*NOTA: Para las distancias de seguridad respecto a lugares peligrosos y de manipulación de combustibles véase la Regla 127.*

### **117.C. Transformadores ubicados al interior de edificaciones con afluencia de público o edificaciones de vivienda**

En las edificaciones de vivienda u oficinas, en cuyo interior se requiera la instalación de subestación de distribución, el transformador a ser usado deberá ser del tipo seco u otro dieléctrico de alto punto de ignición y baja emisión de humos tóxicos y corrosivos.

Los transformadores ubicados al interior de edificaciones con afluencia de público tales como los que se señalan a continuación, deberán ser del tipo seco u otro dieléctrico de alto punto de ignición y baja emisión de humos tóxicos y corrosivos.

- Locales de pública concurrencia para espectáculos y actividades recreativas, tales como por ejemplo: cines, teatros, auditorios, estadios, pabellones deportivos, hipódromos, parques de atracciones y ferias, salas de fiesta, discotecas, salas de juegos de azar, y otros similares;
- Locales de pública concurrencia para reuniones y trabajo, como por ejemplo: templos, museos, salas de conferencias y congresos, bares, cafeterías, restaurantes, establecimientos comerciales, centros



## Sección 12

### Instalación y Mantenimiento de Equipos

#### 120. Requerimientos generales

- 120.A.** Todo equipo eléctrico será construido, instalado y sometido a mantenimiento para proteger toda persona en la medida en que resulte práctico.
- 120.B.** Las reglas de esta sección son aplicables a estaciones de suministro en c.a. y c.c.

#### 121. Inspecciones

##### 121.A. Equipo en servicio

El equipo eléctrico será sometido a inspección y mantenimiento en los intervalos o frecuencias que según las buenas prácticas o experiencia se consideren necesarios. Se podrá tomar como referencia las correspondientes normas internacionales o las de otros países.

Para la inspección, mantenimiento o ensayos de los equipos se podrán usar como referencia las Guías de la Dirección General de Electricidad.

El equipo o los cables que se encuentren defectuosos serán reparados o desconectados en forma permanente.

##### 121.B. Equipo inactivo

Los equipos o los cables utilizados de manera poco frecuente serán revisados y sometidos a pruebas antes de ser utilizados para determinar su idoneidad para su puesta en servicio. Los equipos energizados pero sin carga serán sometidos a revisiones y pruebas, en los intervalos que según la experiencia se considere necesarios.

##### 121.C. Equipos de emergencia

Los equipos y los cables destinados para el servicio de emergencia deberán ser sometidos a revisiones y pruebas en los intervalos que según la experiencia se considere necesarios para determinar su idoneidad para su puesta en servicio.

##### 121.D. Equipos nuevos

Los equipos nuevos deberán ser sometidos a revisiones y pruebas antes de ser puesto en servicio. El equipo nuevo será sometido a pruebas de acuerdo con las prácticas normalizadas de la industria.

## Sección 12

### Instalación y Mantenimiento del Equipos

- 120. Requerimientos Generales**
- 121. Inspecciones**
- 122. Protecciones de Extremos de Eje, Poleas, Correas y Piezas en Movimiento**
- 123. Puesta a Tierra de Protección**
- 124. Protección de las Partes con Tensión**

#### 120. Requerimientos Generales

En general, las reglas del Código y de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) que se aplican a equipos e instalaciones similares, sirven como una buena guía para reducir accidentes contra incendios. Al reducir el peligro de incendios, estas reglas también reducen indirectamente el peligro de la vida.

#### 121. Inspecciones

Estas reglas han sido concebidas con el propósito de motivar y sustentar la aplicación de programas regulares de inspección de mantenimiento. Estas reglas no especifican los detalles de tales programas. La Empresa de Servicio Público a cargo es responsable de utilizar su experiencia de manera prevísora y prudente para diseñar y mantener un programa de mantenimiento del tipo y frecuencia apropiados a las instalaciones eléctricas.

##### 121.A. Equipo en Servicio

La inspección y las pruebas periódicas del equipo y los circuitos en operación son importantes desde el punto de vista operacional y de seguridad. El deterioro gradual del sistema será detectado, las condiciones defectuosas serán evitadas por adecuadas reparaciones y reemplazos. Los defectos encontrados deberán ser registrados, especialmente, si ellos no pueden ser reparados inmediatamente hasta que sean corregidos. Los registros de defectos son valiosos para mejorar los diseños en las nuevas instalaciones o ampliaciones. La limpieza de los equipos, por supuesto, retarda la deterioración.

##### 121.B. Equipo Inactivo

Es más probable que el equipo raramente utilizado sea descuidado, y por lo mismo, puede ser peligroso, cuando es colocado en servicio. Esto se puede evitar realizando inspecciones periódicas o realizando una inspección cuando va a ser utilizado.

Cuando hay equipo inactivo que no este retirado permanentemente de servicio, los motores, motores primos y otros aparatos rotativos deberán ser operados periódicamente. Cuando se requiera que el equipo entre en servicio, las conexiones y los cables deberán ser probados para asegurar la seguridad y operación apropiada.



**Tabla 127-1**  
**Distancias horizontales de seguridad en metros**  
**desde los puntos de emanación de gases a la proyección horizontal de**  
**las Instalaciones Eléctricas del Servicio Público de Electricidad y**  
**Sistemas de Utilización**

TIPO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA	COMBUSTIBLES LÍQUIDOS U OTROS	GAS LICUADO DE PETRÓLEO GLP GAS NATURAL VEHICULAR GNV
Subestación de Extra Alta Tensión (Tensión mayor a 220 kV hasta 500 kV). Medidas a la proyección en el plano horizontal de la parte energizada.	16	16
Subestación de Alta Tensión (Tensión mayor a 36 kV hasta 220 kV). Medidas a la proyección en el plano horizontal de la parte energizada.	12	12
Subestación de Distribución para el Servicio Público de Electricidad (Tensión menor o igual a 36 kV) Medidas a los puntos de emanación de gases.	7,6	7,6
Subestación de Distribución para el Servicio Público de Electricidad Subestación Aérea (Tensión menor o igual a 36 kV) Medidas a la proyección en el plano horizontal de la parte energizada o estructura, la que resulte más cercana.	7,6	7,6
Línea aérea de Baja Tensión (Tensión menor o igual a 1kV)	7,6	7,6
Línea aérea de Media Tensión (Tensión mayor a 1 kV y menor o igual a 36 kV)	7,6	7,6
Línea aérea de Alta y Extra Alta Tensión		
• Tensión mayor a 36 kV hasta 145 kV	10	10
• Tensión mayor a 145 kV hasta 220 kV	12	12
• Tensión mayor a 220 kV hasta 500 kV	32	32

*NOTA 1: En lo posible, debe evitarse instalar una subestación de distribución de servicio público de electricidad, así como un puesto de medición intemperie de media tensión en el lindero de la propiedad de la estación de venta de combustible, con la finalidad de no dificultar el acceso, así como facilitar las labores de instalación, operación o mantenimiento, incluyendo la participación de los bomberos o auxilio médico ante una emergencia.*

*NOTA 2: En el caso de subestaciones de distribución se debe tener presente el espacio de trabajo requerido, de acuerdo a los equipos y unidades utilizados durante la intervención en la subestación.*

*NOTA 3 : En las subestaciones de distribución interiores, ya sean del tipo convencional, en cabina, compacta (tipo bóveda o pedestal), en cajeta, o similares, ubicadas a la distancia horizontal mínima, desde los establecimientos de venta o almacenamiento de combustibles líquidos o gaseosos, se deben prever ventilación apropiada y las medidas necesarias para el*



## Sección 13

### Equipo Rotativo

El equipo rotativo incluye a los generadores, motores, motogeneradores y convertidores rotativos.

#### 130. Dispositivos de parada y control de velocidad

##### 130.A. Mecanismo de desconexión automática por exceso de velocidad para máquinas motrices

En caso de que se pueda producir una sobrevelocidad perjudicial, las fuentes de energía primaria que accionan el equipo de generación, deberán estar provistas de mecanismos de desconexión por sobrevelocidad automáticos además de sus reguladores.

##### 130.B. Dispositivos de parada manuales

Se proporcionará un dispositivo de parada activado por el operador, para cada máquina que accione un generador de energía eléctrica, o una fuente de energía ininterrumpible rotativa (motogenerador). El dispositivo de parada activado por el operador será accesible al operador durante condiciones de operación normales. Los controles manuales que se utilizarán en caso de emergencia, para la maquinaria y el equipo eléctrico se encontrarán ubicados de tal manera que proporcionen protección al operador en caso de que ocurra una emergencia.

##### 130.C. Velocidades límites de los motores

Las máquinas de los siguientes tipos deberán estar provistas con dispositivos limitadores de velocidad, a menos que sus características inherentes, o la carga y la conexión mecánica de las mismas sean tales que limiten de manera segura la velocidad.

1. Motores de c.c. excitados individualmente.
2. Motores en serie.

##### 130.D. Motores de velocidad regulable

Los motores de velocidad regulable, controlados por medio de regulación del campo, deberán, además de las disposiciones de la Regla 130.C, estar equipados y conectados de tal manera que el campo no pueda debilitarse lo suficiente como para permitir una velocidad peligrosa.

## Sección 13

### Equipo Rotativo

#### 130. Dispositivos de Parada y Control de Velocidad

##### 131. Control del Motor

##### 132. Puesta a Tierra del Neutro del Generador

##### 133. Protección Contra Cortocircuitos

#### 130. Dispositivos de Parada y Control de Velocidad

##### 130.A. Mecanismos Automático de Desconexión por sobrevelocidad para Motores Primos

Los mecanismos automáticos de desconexión por sobrevelocidad son funciones importantes de ciertos tipos de turbinas y motores. Las fallas de las partes rotativas por exceso de velocidad ocurren con mayor frecuencia en las calderas.

Los mecanismos que limitan la velocidad son particularmente necesitados para turbinas de vapor y turbinas hidroeléctricas enlazadas por correas, excepto ciertos diseños con turbinas de reacción. Aún cuando los mecanismos recíprocos sean frecuentemente provistos con válvulas adicionales y mecanismos independientes que limiten los mecanismos de velocidad.

Debido a que la carga de los generadores puede cambiar repentinamente desde una sobrecarga hasta casi cero, debido a la apertura de interruptores automáticos o fusibles, puede requerirse que el mecanismo limitador de velocidad responda rápidamente. Sin embargo, los dispositivos de control y el sistema de tuberías deben ser diseñados para limitar el daño a las tuberías de alimentación cuando se desconecte el suministro de agua o vapor en un motor o turbina.

La publicación IEEE Std 502 - Guía para la Protección, Enclavamiento, y Control de Estaciones de Vapor con Unidades de Combustible Fósil (ANSI) y la publicación IEEE Std. 1010 - Guía para el Control de Centrales Hidroeléctricas (ANSI), proporcionan información adicional para la protección automática de las estaciones generadoras.

##### 130.B. Dispositivos de Parada Manual

Son frecuentemente convenientes múltiples dispositivos de control para detener las máquinas que accionan generadores de energía eléctrica. En emergencias esto puede ahorrar un tiempo valioso, especialmente cuando los sistemas de equipos individuales no están ubicados de manera centralizada. Los circuitos de control vía relés pueden permitir operar fácilmente a una simple válvula o dispositivos de desconexión desde varios puntos.

Los circuitos de control deben ser apropiadamente instalados e identificados. En casos de emergencias, es bastante común que los operadores se confundan y controlan equivocadamente el equipo incorrecto. Es absolutamente imperativo, desde el punto de



## Sección 14

### Baterías de Acumuladores

#### 140. Generalidades

Las disposiciones de esta sección están orientadas a aplicarse a todas las instalaciones estacionarias de acumuladores. Sobre las precauciones de operación, véase la Parte 4 de este Código.

Se proporcionará un espacio alrededor de las baterías para realizar una inspección segura, mantenimiento y pruebas y el cambio de las celdas de la batería y se dejará un espacio sobre ellas para permitir el funcionamiento del equipo de izaje cuando sea necesario, la adición de agua, tomar medidas y retirar o levantar las celdas.

#### 141. Ubicación

Los acumuladores deberán estar ubicados dentro de un recinto de protección, o un área de acceso sólo para las personas calificadas. Un recinto de protección puede ser una sala de baterías, una edificación de control o una caja, jaula o cerco que proteja el equipo contenido y limite la posibilidad de contacto involuntario con las partes energizadas.

#### 142. Ventilación

El área de baterías deberá estar ventilada, ya sea mediante un sistema de ventilación natural o accionado por motor, para limitar la acumulación de hidrógeno a una cantidad menor a la mezcla explosiva. Se notificará la falla de un sistema de ventilación accionado por motor de operación continua, o de control automático que según su diseño limita la acumulación de hidrógeno a una cantidad menor a la mezcla explosiva.

#### 143. Bastidores

Los bastidores de refieren a los armazones diseñados para sostener las baterías y bandejas. Los bastidores deberán estar sujetados de manera firme, de preferencia al piso. No se recomienda la sujeción a las paredes y pisos a la misma vez. Los bastidores de metal deberán ser puestos a tierra.

#### 144. Los pisos en las áreas de baterías

Los pisos de las áreas de batería serán de material resistente al ácido, o serán cubiertos con pintura resistente al ácido o protegidos de cualquier otra manera. Se deberá tomar medidas para contener la descarga de electrolito.

## Sección 14

### Batería de Acumuladores

#### 140. Generalidades

#### 141. Ubicación

#### 142. Ventilación

#### 143. Bastidores

#### 144. Los Pisos en las Áreas de Baterías

#### 145. Iluminación de las Áreas de Baterías

#### 146. Facilidades de Servicio

Esta Sección tiene que ver principalmente con lo relacionado a la ignición del hidrógeno, con el daño al equipo y con temas potenciales relacionados con el personal.

#### 140. Generalidades

Los requerimientos de la Sección 14 proporcionan una seguridad adecuada, para el mantenimiento y operación en las áreas de baterías. La Publicación IEEE Std. 484 - Práctica Recomendada Sobre Diseños para Instalación de Grandes Bancos de Baterías de Plomo para Estaciones de Generación y Subestaciones (ANSI), es una fuente útil de información sobre los métodos para aplicar en la Sección 14.

#### 141. Ubicación

La presencia del electrolito disminuye la resistencia de contacto del personal con una parte viva, y así, se incrementa el peligro. Las chispas del gas emanado por los acumuladores, pueden también ser peligrosas, especialmente en salas con techos bajos. El daño al aislamiento de otro equipo por efecto de ácido pulverizado puede también ocurrir cuando la batería no está aislada de tales equipos.

Por estas razones los equipos de baterías deben ser inaccesibles, excepto a personas calificadas. Estos equipos deben colocarse en una sala o compartimento separado de cualquier otro equipo.

#### 142. Ventilación

Se requiere ventilación natural o artificial para prevenir la acumulación de hidrógeno al grado de mezcla explosiva. Algunos tipos de acumuladores eléctricos generan poco o nada de hidrógeno; cuando tales baterías son utilizadas, es improbable la acumulación de cantidades significativas de hidrógeno, sin importar si se instala un sistema de ventilación específicamente para el área de acumuladores.

Con equipos grandes de baterías, especialmente en salas relativamente pequeñas, una ventilación especial por medio de ventiladores, debe ser necesaria para reducir las



## Sección 15

### Transformadores y Reguladores

#### 150. Protección de los circuitos secundarios del transformador de corriente cuando sobrepasan los 600 V

El cableado secundario de los transformadores, cercanos a circuitos primarios que exceden 600 V, a excepción de los tramos cortos de cable de los bornes del transformador, deberán ser adecuadamente protegido mediante conductos, cubiertas, o alguna otra protección. Cualquier cubierta metálica que se use deberá ser puesta a tierra de manera efectiva, dando consideración apropiada a las corrientes circulantes. Los transformadores de corriente deberán estar provistos para cortocircuitar el bobinado secundario.

#### 151. Puesta a tierra de los circuitos secundarios de los transformadores de medida

Los circuitos secundarios de los transformadores de medida deberán estar puestos a tierra de manera efectiva cuando los requerimientos funcionales lo permitan.

#### 152. Ubicación y disposición de los transformadores y reguladores de potencia

##### 152.A. Instalaciones externas

152.A.1. Los transformadores y reguladores de potencia deberán ser instalados de tal manera, que las partes energizadas se encuentren encerradas, o protegidas para que limiten la posibilidad del contacto involuntario, o las partes energizadas deberán ser aisladas físicamente de acuerdo con la Regla 124. La caja del transformador o regulador deberá ser protegida o puesta a tierra de manera efectiva.

152.A.2. La instalación de los transformadores llenos de líquido, utilizará uno o más de los siguientes métodos para minimizar riesgos de incendio. El método que se aplicará deberá estar de acuerdo con el grado de riesgo de incendio. Los métodos reconocidos son: el uso de líquidos menos inflamables, separación de espacios, barreras resistentes al fuego, sistemas automáticos extintores de incendios, colchones de absorción y recintos de seguridad que retienen el líquido del tanque del transformador roto; todos estos son reconocidos como dispositivos de seguridad.

**EXCEPCIÓN:** Las subestaciones de distribución tales como subestaciones del tipo monoposte, biposte, compacta pedestal instaladas a la intemperie, quedan exceptuadas de la aplicación de esta regla.

##### 152.B. Instalaciones internas

## Sección 15

### Transformadores y Reguladores

#### 150. Protección de los Circuitos Secundarios del Transformador de Corriente Cuando Sobreponen los 600 V

#### 151. Puesta a Tierra de los Circuitos Secundarios de los Transformadores de Medida

#### 152. Ubicación y Disposición de los Transformadores y Reguladores de Potencia

#### 153. Protección Contra Cortocircuito de los Transformadores de Potencia

#### 150. Protección de los Circuitos Secundarios del Transformador de Corriente Cuando Sobreponen los 600 V

El propósito de la Regla 150 es proporcionar protección al personal contra los efectos de conductores de transformadores de corriente, accidentalmente expuestos o dañados en las cercanías de circuitos primarios energizados a más de 600 V. Los conductores de circuito secundario del transformador de corriente accidentalmente expuestos o dañados podrían causar tensiones excesivamente altas y arcos que no serían despejados por los dispositivos de protección de circuito. La apertura del secundario de un transformador de corriente puede causar una ruptura del aislamiento o puede causar serio peligro y arcos en el punto de apertura. Si se proporcionan dispositivos apropiados de protección, es menos posible que ocurran aperturas accidentales mientras se remueve o reemplaza instrumentos. Debido a que los conductores secundarios son generalmente pequeños, con un aislamiento relativamente delgado, se requiere un medio apropiado de protección física para asegurar la seguridad de la operación.

Debe proporcionarse protección mediante conductos metálicos o cubiertas metálicas puesta a tierra cuando la instalación de transformador de corriente se encuentra dentro de una Central Eléctrica y el transformador de corriente o los circuitos secundarios se encuentran próximos a un conductor metálico con conductores energizados a más de 600 V (como conectada a tal circuito primario). Sin embargo, no se requiere protección para cortas distancias del cable en los terminales secundarios del transformador de corriente.

#### 151. Puesta a Tierra de los Circuitos Secundarios de los Transformadores de Medida

Los devanados de baja tensión y baja corriente de los transformadores de corriente y tensión utilizados para medición, relés, y controles de la estación deben estar efectivamente puestos a tierra. En algunos casos, tales como en los circuitos de control de reguladores de tensión, para una operación apropiada y confiable se requiere que todo el circuito secundario no sea puesto a tierra. Por lo tanto, tales circuitos están sujetos a fugas o la inducción de altas tensiones. Por razones de



## Sección 16

### Conductores

#### 160. Aplicación

Los conductores deberán ser adecuados para la ubicación, uso y tensión. Los conductores deberán tener la capacidad de corriente que sea adecuada para la aplicación.

#### 161. Protección eléctrica

##### 161.A. Protección contra sobrecorriente requerida

Los conductores y el aislamiento deberán ser protegidos contra el calentamiento excesivo mediante el diseño del sistema y a través de dispositivos de sobrecorriente, alarma, indicación o desconexión.

##### 161.B. Conductores puestos a tierra

Los conductores por lo general puestos a tierra para la protección de las personas, deberán instalarse sin protección contra sobrecorriente u otros medios que podrían interrumpir su continuidad a tierra.

##### 161.C. Cables de energía eléctrica aislados

Los circuitos de cable de energía eléctrica aislados estarán provistos con protección contra cortocircuito que aislará, el cortocircuito de la fuente de alimentación.

#### 162. Protección y soporte mecánico

162.A. Todos los conductores deberán estar adecuadamente sostenidos o fijados a fin de resistir las fuerzas ocasionadas por la máxima corriente de cortocircuito a la cual pueden estar sujetos. Donde los soportes de los conductores se extiendan fuera de la estación de suministro eléctrico, dichos conductores y sus soportes deberán cumplir con los requerimientos del grado de construcción, resistencia y carga de la Parte 2 de este Código.

162.B. Donde los conductores, el aislamiento del conductor o los soportes del conductor puedan estar sujetos a daño mecánico, se emplearán cubiertas, armaduras u otros medios para limitar la posibilidad de daño o perturbación.

162.C. Cuando los conductores puedan estar sujetos al esfuerzo mecánico debido a la vibración eólica y/o galope, se debe aplicar medidas de protección adecuadas en forma de amortiguadores de disipación de energía, en combinación con piezas metálicas de protección tales como abrazaderas

## Sección 16

### Conductores

#### 160. Aplicación

#### 161. Protección Eléctrica

#### 162. Protección y Soporte Mecánico

#### 163. Aislamiento

#### 164. Terminales del Conductor

Esta Sección se aplica a los conductores que conectan las fuentes de energía eléctrica, tales como las líneas de transmisión y generadores, al equipo de transmisión y al equipo de utilización, tales como transformadores y motores. Esta Sección no cubre los conductores que son fabricados como parte del equipo eléctrico. Los conductores que son parte integral de equipo rotativo, de acumuladores, de transformadores y reguladores, etc., están cubiertos por otras secciones del Código. Sin embargo, los conductores que son parte integral de barras en recintos metálicos están cubiertos por esta Sección. Esta Sección se aplica a los conductores utilizados para la transmisión de energía eléctrica, de señales de control y de señales de datos analógicos y digitales. Tal como se utiliza en esta Sección, el término "conductor" incluye los dispositivos que conectan el equipo eléctrico, tales como conectores, empalmes, cables de guarda, etc.

#### 160. Aplicación

Los conductores deben ser los adecuados para la aplicación o uso requerido, y se deberá tomar en cuenta la capacidad, el nivel de tensión, la ubicación y las condiciones del lugar donde se van a instalar.

#### 161. Protección Eléctrica

La Regla 161 se aplica a las estaciones de suministro eléctrico; no hay una regla correspondiente que especifique la protección de sobrecorriente para líneas de suministro eléctrico al exterior de las estaciones de suministro eléctrico.

La protección de las personas en las cercanías de los equipos o conductores, o equipos de operación en circuitos, requieren que los conductores vivos tengan una protección automática adecuada contra corrientes que sean lo suficientemente grandes como (1) para ejercer esfuerzos destructivos, (2) para causar fuertes arcos o cortocircuitos en los equipos, (3) para fundir conexiones o los mismos conductores, o (4) como para causar un daño serio al aislamiento.

Se requiere protección eléctrica para conductores a fin de limitar los peligros potenciales al personal, que pueden resultar de la falla de un conductor, de los soportes de conductor, y del aislamiento del conductor. Para conductores aislados por aire, la falla del conductor o del soporte del conductor a menudo resultará el contacto entre el conductor energizado y el personal, las estructuras circundantes, o la tierra.



## Sección 17

### Interruptores automáticos, Interruptores, Reconectadores, Seccionadores y Fusibles

#### 170. Disposición

Los interruptores automáticos, interruptores, reconnectadores, seccionadores, seccionadores de potencia y fusibles, serán instalados de tal manera que se encuentren accesibles sólo para las personas autorizadas para su operación y mantenimiento. Se proporcionará paredes, barreras, puertas cerradas con aldaba y candado, ubicación, aislamiento u otros medios para proteger a las personas contra partes energizadas o arcos y chispas.

Se proporcionará señales visibles (tales como números/letras/símbolos) en cada dispositivo o sobre su soporte (estructuras de montaje) y en cualquier punto de operación remota para facilitar la identificación por parte de los empleados autorizados para operar el dispositivo. Para los casos de equipos instalados dentro de recintos o celdas en subestaciones, las señales visibles de identificación se colocarán en la puerta de la celda.

Ninguna identificación del dispositivo debe duplicarse dentro de la misma estación de suministro. Cuando las partes de contacto de un dispositivo de conmutación por lo general no estén visibles, el dispositivo deberá de equiparse con un indicador que muestre todas las posiciones de operación normales.

#### 171. Aplicación

Los interruptores automáticos, interruptores, reconnectadores, seccionadores, seccionadores de potencia y fusibles, deberán ser utilizados con la debida atención a sus valores nominales de tensión asignados y a las corrientes continuas y momentáneas. Los dispositivos destinados a interrumpir la corriente de falla deberán tener la capacidad suficiente, para controlar y soportar de manera segura la máxima corriente de cortocircuito para la que están proyectados interrumpir, en las condiciones para las cuales ha sido diseñada su operación. La capacidad de interrupción deberá ser verificada antes de cada cambio importante del sistema.

#### 172. Interruptores automáticos, interruptores, reconnectadores que contienen aceite

Los dispositivos de interrupción de circuitos que contengan líquidos inflamables, deberán ser adecuadamente separados de otros equipos y construcciones, para limitar daños en caso de que ocurra una explosión o incendio. La separación se realizará mediante el espaciamiento, a través de paredes de barrera resistentes al fuego, o cubículos de metal. Los orificios de ventilación, aliviaderos de gas deberán estar equipados con

## Sección 17

### Interruptores Automáticos, Interruptores, Reconectadores, Seccionadores y Fusibles

#### 170. Disposición

#### 171. Aplicación

#### 172. Interruptores Automáticos, Interruptores, Reconectores que Contienen Aceite

#### 173. Interruptores y Dispositivos de Desconexión

#### 174. Desconexión de Fusibles

#### 170. Disposición

Los interruptores automáticos y otros equipos de control o protección deben ser instalados de manera muy conveniente para el operador; ninguna otra parte de la instalación de una estación es utilizada tan a menudo durante una operación normal y en emergencias. Aunque la operación accidental puede causar serios peligros al servicio, a los operadores, y al equipo, esto puede ser prácticamente eliminado a través de un diseño y disposición cuidadosa del equipo de control y protección. La identificación efectiva del equipo y sus funciones de operación incrementan substancialmente la eficiencia de los operadores bien entrenados.

Con fines de operación de una estación, no siempre es práctico encerrar fusibles o interruptores automáticos en gabinetes, como es lo usual para equipo de utilización.

#### 171. Aplicación

Los dispositivos de interrupción de circuito sirven para varios propósitos. La seguridad y la confiabilidad se incrementan por la cuidadosa elección de dispositivos que correspondan con la capacidad del sistema y con otros requerimientos de operación. El Código considera el requerimiento de que la capacidad de los dispositivos debe ser revisada cuando ocurrán cambios significativos en el sistema.

Los interruptores no están incluidos en el requerimiento de la regla sobre capacidad de interrupción de corriente de falla, debido a que un interruptor podría no ser utilizada para interrumpir la corriente de falla. Sin embargo, el uso de interruptores de circuito está permitido en el Código siempre y cuando ellos correspondan en capacidad con los requerimientos globales del esquema de protección para el servicio de interrupción de corriente de falla.



## Sección 18

### Dispositivos de maniobra y Barra bajo envolvente metálica

#### 180. Dispositivos de maniobra

##### 180.A. Requerimientos generales para todo dispositivo de maniobra

- 180.A.1. Para minimizar el movimiento, todo dispositivo de maniobra será instalado de una manera coherente con sus condiciones de servicio y las instrucciones aplicables del fabricante.
- 180.A.2. El cable conectado al dispositivo de maniobra –previamente- deberá estar adecuadamente fijado, con la finalidad de minimizar las fuerzas aplicadas a los terminales de los conductores.
- 180.A.3. Las tuberías que contengan líquidos o gases corrosivos o peligrosos, no serán instaladas en las proximidades del dispositivo de maniobra, a menos que se instalen barreras apropiadas para proteger el dispositivo de maniobra contra daños en caso de que ocurra una falla en la tubería.
- 180.A.4. El dispositivo de maniobra no estará ubicado en lugares donde de manera rutinaria y normal se descargan gases o líquidos extraños inflamables o corrosivos.
- 180.A.5. El dispositivo de maniobra no será instalado en una ubicación que todavía se encuentre específicamente en plena construcción, especialmente donde sea necesario las operaciones de soldadura y posibilidades de quemadura directamente por la parte superior. Se deberá tomar especial precaución para minimizar la colisión de escoria, limaduras de metal, humedad, polvo o partículas calientes.

*EXCEPCIÓN: El dispositivo de maniobra deberá ser instalado en un área de construcción general, siempre que se proporcione una protección temporal adecuada para minimizar los riesgos asociados con las actividades de construcción general.*

- 180.A.6. Se deberán tomar precauciones para proteger al dispositivo de maniobra energizado, contra daños que puedan ocurrir cuando se realice mantenimiento en el área.

- 180.A.7. La superficie del recinto o envolvente del dispositivo de maniobra no deberá ser utilizada como soporte físico para cualquier elemento, a menos que hayan sido diseñadas específicamente para dicho fin.

- 180.A.8. Los interiores del recinto o envolvente de protección no deberán ser utilizados como áreas de almacenamiento, a menos que hayan sido diseñados específicamente para dicho fin.

## Sección 18

### Dispositivos de Maniobra y de Barra Bajo Envolvente Metálica

#### 180. Dispositivos de Maniobra

##### 180.A. Requerimientos Generales para Todo Dispositivo de Maniobra

La Regla 180.A. trata las condiciones en las cuales se espera que el dispositivo de maniobra exista y funcione. La regla tiene el propósito de (1) limitar la acción perjudicial del polvo, líquidos, o gases nocivos y de (2) limitar el peligro al equipo proveniente de esfuerzos o descargas indebidas.

Es incierto que, sea práctico evitar que el polvo atmosférico normal caiga dentro o encima del equipo durante la operación. Sin embargo, es absolutamente necesario y práctico limitar la entrada de cantidades significativas de polvo provenientes de lugares de construcción. Para hacer esto, debería (1) completarse la construcción del lugar de ubicación del dispositivo de maniobra antes de instalarlo, o (2) deberían tomarse precauciones especiales. El propósito de esta regla es que el dispositivo de maniobra no debe ser ubicado en lugares y condiciones para los cuales no posee suficiente capacidad; ni debe dársele mantenimiento sin el uso de métodos, equipo y espacios de trabajo diseñados para limitar el peligro al personal y al equipo.

Se reconoce que algunas instalaciones pueden quedar aseguradas en su posición por su propio peso; otras requerirán un soporte apropiado. Se reconoce también que un asentamiento excesivo de equipo en pedestales o de otras instalaciones, pueden provocar un esfuerzo indebido en los terminales de los cables; se requiere un soporte apropiado.

##### 180.B. Dispositivo de Maniobra Bajo Envolvente Metálica

Esta regla amplia las disposiciones de la Regla 180.A. con aplicaciones específicas a dispositivos de maniobra. Se requiere leer cuidadosamente varias de las subreglas. En la Regla 180.B.2 se requiere puertas giratorias y equipo de escape de incendios; las perillas de las puertas no cumplen con estos requerimientos. La Regla 180.B.7. prohíbe el paso de un cable de baja tensión desde el Cubículo A, a través de la sección de alta tensión del Cubículo B y al Cubículo C, a menos que el cable este contenido en conducto rígido o sea aislado por barreras rígidas de metal. La Regla 180.B.8 prohíbe llevar un cable desde la parte exterior del dispositivo de maniobra directamente a los transformadores de corriente en el compartimiento de alta tensión. En la Regla 180.B.11 se requiere un aviso de seguridad, si más de un dispositivo de desconexión debe ser operado para desenergizar todos los conductores en un cubículo, unidad, sección, etc.

##### 180.C. Cuadros de Mando de Frente Muerto



## Sección 19

### Pararrayos (Protección contra Sobretensiones)

#### 190. Requerimientos generales

En caso de que sean necesarios los descargadores de sobretensiones (pararrayos fase a tierra), éstos deberán de estar ubicados tan cerca como resulte práctico al equipo que van a proteger.

Deberá tenerse en cuenta lo que se desea proteger, la influencia de la altitud de instalación, sistema de aterramento, el tipo de conexión del sistema eléctrico, el manejo de energía y la importancia de la influencia del medio circundante al dispositivo de protección.

#### 191. Ubicaciones internas

Los descargadores de sobretensiones, en caso de encontrarse instalados dentro de las edificaciones, deberán estar encerrados o ubicados lo suficientemente lejos de los pasadizos y partes combustibles.

#### 192. Conductores de puesta a tierra

Los conductores de puesta a tierra deberán ser tendidos de una manera tan directa, como resulte práctico entre los descargadores de sobretensiones y la puesta a tierra, serán de baja impedancia y amplia capacidad de corriente, y deberán ser puestos a tierra de acuerdo con los métodos dados en la Sección 3.

#### 193. Instalación

Los descargadores de sobretensión serán instalados de tal manera y en el lugar, que ni la expulsión de gases ni el desconectador del descargador de sobretensiones, sean dirigidos hacia las partes con tensión ubicadas en sus proximidades.

#### 194. Separación

Las separaciones recomendadas entre descargadores de sobretensiones en distribución y entre estos descargadores y tierra se indican en la Tabla 190.

## Sección 19

### Pararrayos (Protección contra Sobretensiones)

- 190. Requerimientos Generales
- 191. Ubicaciones Internas
- 192. Conductores de Puesta a Tierra
- 193. Instalación
- 194. Separación

#### 190. Requerimientos Generales

En la gran mayoría de casos es aconsejable utilizar pararrayos contra descargas atmosféricas para proteger el equipo de una estación que está conectado a conductores de una línea aérea. Sin embargo, habrá situaciones donde las consideraciones de ingeniería indicarán que no es aconsejable la instalación de pararrayos.

Los pararrayos tienen el propósito de limitar los efectos adversos de las perturbaciones en los sistemas de transmisión eléctrica que toman la forma de altas tensiones. Dos fuentes de altas tensiones son las descargas atmosféricas y las perturbaciones internas que se originan en la línea misma. Aunque los pararrayos son diseñados como protección contra las descargas atmosféricas y aquellas sobretensiones internas que son transitorias por naturaleza, los pararrayos generalmente no son diseñados para ser operados bajo sobretensiones continuas.

Cuando una descarga de una nube golpea directamente a un conductor eléctrico, casi siempre produce una ruptura del aislamiento en o muy cerca de ese punto; raramente viaja a lo largo de la línea de transmisión lo suficientemente lejos para alcanzar un pararrayo. Si lo hiciera, probablemente destruiría cualquier tipo de pararrayo. Por lo tanto, los pararrayos no están diseñados para manejar descargas atmosféricas directas. Son generalmente los aisladores de las líneas, los que son dañados por estas descargas directas; los aisladores de las líneas son protegidos de una mejor manera por cables aéreos de guarda, que están frecuentemente puestos a tierra de manera apropiada.

El daño debido a una sobretensión inducida por una descarga atmosférica es generalmente causado por una alta tensión, que perfora el aislamiento a tierra, o debido a su alta frecuencia, la cual crea una tensión elevada a través de las espiras del primer devanado inductivo que golpea, causando así una ruptura entre las espiras. En ambos casos, la corriente fluye a través de la perforación, y se inicia un cortocircuito o una sobretensión interna potencialmente dañina.

Las sobretensiones internas pueden ser causadas por cualquier cambio en las condiciones de carga. Estas sobretensiones pueden ser de naturaleza transitoria o continua.

Las sobretensiones transitorias pueden ser causadas por cambios repentinos de carga, tales como aquellos que pueden ser causados por maniobras, por la operación



## Parte 2

### Reglas de Seguridad para la Instalación y Mantenimiento de Líneas Aéreas de Suministro Eléctrico y Comunicaciones

#### Sección 20

##### Objetivo, Alcance y Aplicación de las Reglas

###### 200. Objetivo

El objetivo de la Parte 2 de este Código es salvaguardar los derechos y la seguridad de las personas y de la propiedad pública y privada durante la instalación, operación o mantenimiento de las líneas aéreas de suministro y comunicaciones aéreas y equipos asociados, sin afectar el ambiente, ni el Patrimonio Cultural de la Nación.

###### 201. Alcance

La Parte 2 de este Código comprende los conductores y equipos de líneas aéreas de suministro y comunicaciones. Ésta se ocupa de las disposiciones básicas asociadas de dichos sistemas y la extensión de los mismos hacia las edificaciones. Las reglas se aplican a los requerimientos de espacio, distancias de seguridad y resistencia de la construcción.

En aquellos casos especiales, que alguno de los parámetros o regla de este Código, resulte menos exigente que lo que existe o se requiere considerar en esa realidad particular y sustentado por el respectivo estudio de ingeniería, deberá tomarse la mayor exigencia.

*NOTA: La Parte 4 de este Código contiene las distancias del acercamiento y las reglas de trabajo requeridas por las empresas de servicio público y sus empleados que trabajan en, o cerca de líneas de suministro y de comunicaciones, y equipos.*

###### 202. Aplicación de las reglas

La Regla 013 estipula los requerimientos generales para la aplicación de estas reglas.

Se remarca que debe aplicarse el criterio profesional, práctico y el arte de la ingeniería en la ejecución de los trabajos en sus diversas etapas.

Se deberá considerar el cumplimiento de recomendaciones de entidades gubernamentales pertinentes e involucradas en el tema en particular, siempre y cuando no se contraponga con el marco legal vigente.

Se deberá de notificar –de acuerdo al marco legal vigente– a los propietarios u operadores de otras instalaciones, así como a los

## Parte 2

### Reglas de Seguridad para Instalación y Mantenimiento de Líneas de Suministro Eléctrico y de Comunicaciones

#### Sección 20

##### Objetivo y Alcance de las Reglas

###### 200. Objetivo

###### 201. Alcance

###### 202. Aplicación de las Reglas

###### 200. Objetivo

La redacción utilizada en este Código hace evidente que el propósito de estas reglas es la protección de manera práctica de las personas durante la instalación operación o mantenimiento de líneas aéreas de suministro eléctrico y de comunicaciones, y de sus equipos asociados. Sin que estas instalaciones afecten el medio ambiente, ni el Patrimonio Cultural de la Nación.

###### 201. Alcance

La Parte 2 del Código corresponde al caso general, mientras que las Partes 1 y 3 (Estaciones de Suministro Eléctrico e Instalaciones Subterráneas) corresponden a las excepciones al caso general. Aunque la Parte 2 no contiene requerimientos que se aplican a las estaciones de suministro eléctrico, duplica algunos de los requerimientos de la Parte 3 correspondientes a montantes de estructuras aéreas, a fin de prevenir en lo posible que los usuarios del Código ya sea al trabajar en líneas aéreas o al trabajar en líneas subterráneas, no estén de acuerdo a los requerimientos aplicables a cables subterráneos cuando construya una estructura para conectarlos a un sistema aéreo.

###### 202. Aplicación de las Reglas

Las reglas han sido escritas para cubrir casos generales y para las circunstancias descritas se aplican los requerimientos que los rigen. Las EXCEPCIONES prevén condiciones específicas bajo las cuales una regla no es o no puede ser aplicable.

La Regla 202 sirve como un recordatorio de que los requerimientos de la Regla 238.C. deben cumplirse al reemplazar una estructura, aún si no hay otros cambios requeridos por la Regla 013. Generalmente se efectúa más trabajo y con más frecuencia en las instalaciones de comunicaciones que en las de suministro eléctrico para el caso de líneas de uso compartido. Es importante prever un espacio adecuado de trabajo para trabajadores de comunicaciones. Este requerimiento es una excepción al caso general.



## Sección 21

### Requerimientos Generales

#### 210. Secciones de referencia

La Introducción (Sección 1), Terminología Básica (Sección 2) y los Métodos de Puesta a Tierra (Sección 3) se aplicarán a los requerimientos de la Parte 2.

#### 211. Protección del ambiente y buen uso

La buena práctica del uso de líneas aéreas deberá evitar ocasionar mayor impacto en el ambiente; tener presente la necesidad de controlar la influencia del campo eléctrico y magnético señalados en la Regla 212, que no afecte a la salud de las personas y al ambiente; que su diseño, construcción, operación y mantenimiento sea amigable con el medio ambiente, con un uso racional sin mayor deterioro del ornato del lugar.

Asimismo, deberá tenerse presente la influencia -en la integridad de la línea- que puedan ejercer los hábitos y costumbres de los habitantes cercanos a ellas; por ejemplo en caso de cultivos: la quema de caña de azúcar.

#### 212. Tensiones inducidas – Campos Eléctricos y Magnéticos

En este código no se detallan las reglas que se aplican a la susceptibilidad a las perturbaciones de las líneas de comunicaciones y a la influencia de las líneas de suministro debido a los requerimientos específicos del lugar. Se recomienda llevar a cabo procedimientos cooperativos para el control de las tensiones inducidas de las instalaciones cercanas. Por lo tanto, se deberá de notificar con anticipación de manera prudente a los propietarios u operadores de otras instalaciones cercanas que puedan verse afectados por la nueva construcción o los cambios que se realicen en las instalaciones existentes.

*NOTA: Información adicional acerca de la susceptibilidad entre las líneas de comunicaciones y la influencia de las líneas de suministro, pueden ser obtenidas en la Norma IEEE 776 – "IEEE Recommended Practice for Inductive Coordination of Electric Supply and Communication Lines", IEEE 1137- "IEEE Guide for the Implementation of Inductive Coordination Mitigation Techniques and Applications", u otras normas o guías nacionales o internacionales.*

Sin embargo, en esta regla se establecen los valores máximos de radiaciones no ionizantes referidas a campos eléctricos y magnéticos (Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo Magnético), los cuales se han adoptado de las recomendaciones del ICNIRP (International Commission on Non - Ionizing Radiation Protection) y del IARC (International Agency for Research on Cancer) para exposición ocupacional de día

## Sección 21

### Requerimientos Generales

#### 210. Secciones de Referencia

#### 211. Protección del Medio Ambiente y Buen Uso

#### 212. Tensiones Inducidas

#### 213. Accesibilidad

#### 214. Inspección y Pruebas de las líneas y los equipos

#### 215. Puesta a tierra de Circuitos, y Puesta a Tierra de Protección Eléctrica, Estructuras de Soporte y Equipos

#### 216. Disposición de los Interruptores

#### 217. Generalidades

#### 218. Poda de Árboles

#### 219. Planeamiento de Nuevas Instalaciones

#### 210. Secciones de Referencia

La Sección 1 – Introducción al Código Nacional de Electricidad Suministro, la Sección 2 - Terminología Básica y la Sección 3 - Métodos de Puesta a Tierra para Instalaciones de Suministro Eléctrico y Comunicaciones - del Código, se aplicarán en esta Parte 2 del Manual de Interpretación.

#### 211. Protección del medio ambiente y buen uso

La buena práctica en el uso de líneas aéreas deberá evitar ocasionar mayor impacto en el medio ambiente, asimismo tener presente la necesidad de controlar la influencia del campo eléctrico, magnético, radio interferencia y que no afecte a la salud de las personas y medio ambiente

Que su diseño, construcción, operación y mantenimiento no impacte contra el medio ambiente, con un uso racional que no afecte mayormente el ornato del lugar.

#### 212. Tensiones Inducidas

Dado que la susceptibilidad de las instalaciones a tensiones inducidas es específica al lugar, el Código indica los límites máximos permisibles al borde de la servidumbre y dentro de la faja de servidumbre

#### 213. Accesibilidad

Aunque es necesario aislar los conductores de líneas y los equipos a fin de proteger al público, es esencial que tales instalaciones sean fácilmente accesibles a personal autorizado, a fin de facilitar los ajustes o reparaciones requeridas para mantener un servicio que sea tan confiable y seguro como práctico. Otras reglas del Código, particularmente aquellas de la Sección 23, especifican en detalle las distancias



## Sección 22

### Relaciones entre las Diversas Clases de Lineas y Equipos

#### 220. Niveles de instalación de los conductores

##### 220.A. Estandarización de los niveles de instalación

Los niveles en los cuales se deben ubicar las diferentes clases de conductores deberán ser estandarizados, mediante acuerdo de las empresas de servicio público implicadas.

##### 220.B. Niveles de instalación relativos: conductores de suministro y comunicaciones

###### 220.B.1. Niveles preferidos

Donde los conductores de suministro y comunicaciones se cruzan entre si o están ubicados en las mismas estructuras, los conductores de suministro deberán ser instalados al nivel más alto.

*EXCEPCIÓN: Esta regla no se aplica a los alimentadores de trole que pueden estar ubicados según sea conveniente en el nivel del conductor de contacto de trole.*

###### 220.B.2. Construcción especial para los circuitos de suministro de nivel de tensión de 600 V o menos y transmitan una potencia que no exceda de 5 kW

Donde todos los circuitos son de propiedad o son operados por una sola parte, o donde consideraciones cooperativas determinen que las circunstancias garantizan, y se emplean los métodos necesarios de coordinación, se pueden instalar (de acuerdo con la nota al pie de la página de la Tabla 235-5), circuitos monofásicos de c.a., o bifilares de c.c., que operan a una tensión de 600 V o menos entre conductores, con una potencia transmitida que no excede 5 kW, cuando se encuentren implicados en uso conjunto de estructuras con circuitos de comunicación, según las siguientes condiciones:

**220.B.2.a.** Que dichos circuitos de suministro sean de conductor protegido, o cubierto de 10 mm<sup>2</sup> como mínimo, de cobre duro o su equivalente en resistencia, y de alguna otra forma, la construcción se ajuste a los requerimientos de los circuitos de suministro de la misma clase o características.

**220.B.2.b.** Que los circuitos de suministro estén colocados en los soportes tipo espiga extremos y adyacentes en el brazo de soporte de más bajo, y que se mantenga un espacio de escalamiento de 750 mm, desde el piso hasta un punto por lo menos 600 mm sobre los circuitos de suministro. Los circuitos de suministro deberán de estar visibles, y ser fáciles de identificar mediante el uso de aisladores de diferente forma o color, o indicando la tensión

## Sección 22

### Relaciones Entre Líneas y Equipos de Diferentes Clases

#### 220. Niveles de Instalación de los Conductores

##### 221. Prevención de Conflictos

##### 222. Utilización en Común de las Estructuras

##### 223. Requerimientos de Protección para las Instalaciones de Comunicaciones

##### 224. Circuitos de Comunicación Ubicados dentro del Espacio de Suministro y Circuitos de Suministro Ubicados Dentro del Espacio de Comunicación

##### 225. Construcción de una Línea de Tracción Eléctrica

#### 220. Niveles de Instalación de los Conductores

##### 220.A. Estandarización de los Niveles de Instalación

Es claro y a la vez conveniente y simple que cada clase de conductor esté a un nivel definido cuando se considera cruces y el uso de postes compartidos. Tales situaciones pueden entonces ser tratadas sin ningún cambio de niveles en otros puntos, evitándose construcciones complicadas. Al permitir que los niveles relativos y las distancias de seguridad sean fácilmente obtenidos en postes de usos compartido o comunes, así como en los cruces y en puntos de conflicto, esta práctica (1) facilita la extensión de las líneas y (2) promueve la seguridad del público y de los trabajadores.

##### 220.B. Niveles de Instalación Relativos: Conductores de Suministro y Comunicaciones

###### 220.B.1. Niveles Preferidos

Se reconoce generalmente que en las posiciones propias relativas de conductores de suministro y de comunicaciones, considerando la seguridad del público y de los empleados, generalmente se ubican los conductores de suministro encima de los conductores de comunicaciones.

Anteriormente había una política ampliamente difundida de ubicar los conductores de alarma de incendio en la más alta posición en un poste, con la idea de que la falla de otros conductores no afectaría tales circuitos. Actualmente esta política ha sido ampliamente abandonada y los conductores de alarmas de incendio se ubican usualmente debajo de los conductores de suministro.

Generalmente las líneas de suministro usan conductores más grandes y robustos que los de las líneas de comunicaciones; especialmente si las líneas usan conductores expuestos – desnudos - en vez de un cable y mensajero; como resultado hay generalmente una menor probabilidad de contacto entre los dos si los conductores de suministro son ubicados en la posición superior. Esta ubicación relativa también evita, (1) la necesidad de que aquellos que trabajan en conductores de comunicaciones

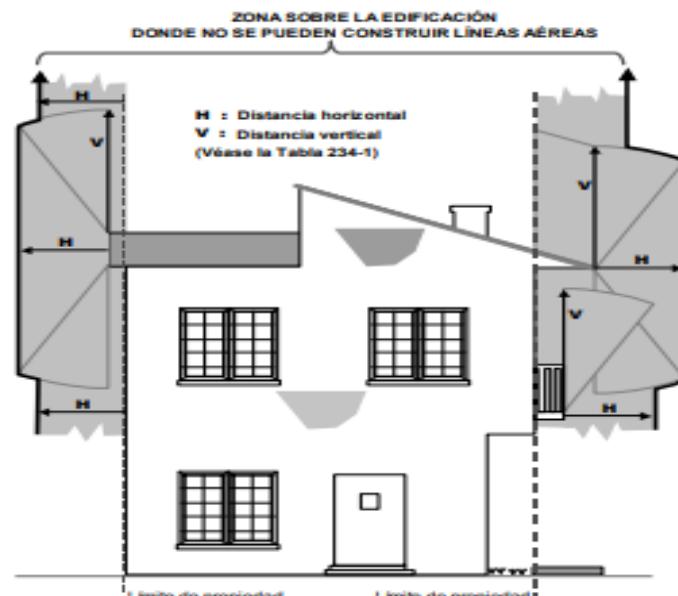
## Sección 23

### Distancias de Seguridad

#### 230. Generalidades

##### 230.A. Aplicación

- 230.A.1. Esta sección se ocupa de todas las distancias de seguridad, incluyendo los espacios de escalamiento, referidas a las líneas aéreas de suministro y comunicación implicadas.
- 230.A.2. Toda línea aérea nueva o ampliación (de titular o de tercero) deberá cumplir con el ancho mínimo de la faja de servidumbre y lo indicado en esta Sección. Véase la Regla 219.B.
- 230.A.3. No deberán instalarse líneas aéreas sobre edificaciones de terceros o sus proyecciones. Véase la Figura 230.A-1. Para el establecimiento de servidumbres de líneas de transmisión y líneas de distribución, véase la Regla 219.B.



**Figura 230.A-1**  
**ZONA PROHIBIDA EN LA QUE NO DEBERÁ INSTALARSE LÍNEAS AÉREAS**

## Sección 23

### Distancias de Seguridad

#### 230. Generalidades

- 231. Distancias de Seguridad de las Estructuras de Soporte a Otros Objetos
- 232. Distancias de Seguridad Verticales de Alambres, Conductores, Cables y Equipo Sobre el Nivel del Piso, Calzada, Riel o Superficies de Agua
- 233. Distancias de Seguridad Entre los Alambres, Conductores y Cables Tendidos en Diferentes Estructuras de Soporte
- 234. Distancia de Seguridad de Alambres, Conductores, Cables y Equipo a Edificaciones, Puentes, Vagones y Otras Instalaciones
- 235. Distancia de Seguridad Entre Alambres, Conductores o Cables Instalados en la Misma Estructura de Soporte
- 236. Espacio de Escalamiento
- 237. Espacio de Trabajo
- 238. Distancia de Seguridad Vertical Entre Ciertas Instalaciones de Comunicación y Suministro Ubicadas en la Misma Estructura
- 239. Distancia de Seguridad de las Instalaciones Verticales y Laterales Desde Otras Instalaciones y Superficies en la Misma Estructura de Soporte

#### 230. Generalidades

##### 230.A. Aplicación

Las distancias de seguridad y los espacios que se especifican en la Sección 23 tienen el propósito de cumplir dos objetivos, bajo las condiciones esperadas de operación:

- (1) Limitar que las personas tengan contacto con circuitos y equipos, y
- (2) Impedir que las instalaciones correspondientes a empresas de servicio público hagan contacto con otras instalaciones de empresas de servicio públicos, o con instalaciones públicas.

Nótese que no se requiere que las instalaciones temporales tengan el mismo grado de construcción que las instalaciones permanentes, pero se requiere que tengan las mismas distancias de seguridad.

Dos requerimientos son dignos de comentarios especiales.

Primero, las distancias reducidas de seguridad permitidas para instalaciones de



## Sección 24

### Grados de Construcción

#### 240. Generalidades

- 240.A. En esta Sección se especifican los grados de construcción tomando como base los requerimientos de resistencia mecánica para la seguridad. Cuando dos o más condiciones definen el grado de construcción requerido, el grado utilizado deberá ser el más alto requerido por cualquiera de las condiciones.
- 240.B. Para efectos de esta sección, los valores de tensión para los circuitos de corriente continua se considerará equivalentes a los valores rms para los circuitos de corriente alterna.

#### 241. Aplicación de los grados de construcción para diferentes situaciones

##### 241.A. Cables de suministro

A efectos de estas reglas, los cables de suministro se clasifican en dos tipos como sigue:

- 241.A.1. **Tipo 1.**- Los cables de suministro que se ajustan a las Reglas 230.C.1, 230.C.2 o 230.C.3 serán instalados de acuerdo con la Regla 261.I.
- 241.A.2. **Tipo 2.**- Para todos los demás cables de suministro se requiere que tengan el mismo grado de construcción que los conductores expuestos del mismo nivel de tensión eléctrica.

##### 241.B Orden de los grados

El orden relativo de los grados para los conductores de suministro y comunicación y las estructuras de soporte es B, C, y N, siendo el Grado B el más alto.

##### 241.C. En los cruces

Los alambres, conductores u otros cables de una línea que se consideran irán en los cruces cuando pasen sobre otra línea, estén o no en una misma estructura, o cuando se crucen o sobresalgan en una vía férrea o la calzada de una carretera de acceso limitado. El uso en común o la construcción colineal en sí no es considerado que irá en los cruces.

##### 241.C.1. Grado de línea superior

Los conductores y estructuras de soporte de una línea que cruzan sobre

## Sección 24

### Grados de Construcción

#### 240. Generalidades

241. Aplicación de los Grados de Construcción a Diferentes Situaciones
242. Grados de Construcción para los Conductores
243. Grados de Construcción para Soportes de Líneas

#### 240. Generalidades

Los Grados de Construcción son necesarios para diferenciar el grado relativo de la resistencia y rendimiento esperado de diferentes construcciones, especialmente, cuando se construye una línea de una determinada clasificación, es decir, si se trata de una línea que pasa cerca o encima de otra línea o cruza una vía de transporte mayor. En los casos, relacionados con construcciones en áreas urbanas normalmente se requiere una construcción de grado superior. Las diferencias de las clasificaciones por tensión de las instalaciones también afectan los Grados de Construcción requeridos. Por lo general, los Grados de Construcción son más restrictivos cuando los conductores de tensiones más altas cruzan o entran en conflicto con aquellos de tensiones más bajas.

La falla de un conductor de suministro que cruza por encima de otro con menor tensión, estén o no en una misma estructura de cruce común, puede exponer al equipamiento del sistema de tensión más bajo a un esfuerzo eléctrico anormal. Esto da como resultado fallas del equipamiento o del conductor de baja tensión, entonces los trabajadores y los usuarios pueden estar expuestos a condiciones que deben enfrentar para las cuales no están familiarizados ni preparados.

Además, la caída de cualquier conductor sobre cables de señales utilizados para controlar los movimientos del tren puede ocasionar serios accidentes si es que impide el uso del sistema de señales. Por lo tanto, será necesario un adecuado requerimiento de resistencia, tal como se indica en las siguientes reglas, así como mantener las distancias de seguridad especificadas.

Requerimientos diferentes son apropiados para diferentes grados de problemas potenciales. Se reconocen tres grados diferentes para las líneas de suministro; las graduaciones correspondientes de estándares mínimos para la construcción se aplican principalmente a la resistencia de estructuras de soporte. Los grados de construcción actuales aplicables a las líneas de suministro se designan como B, C y N; para los dos primeros de estos grados, se proporcionan requerimientos específicos de resistencia. El Grado B representa la construcción más resistente.

Las cargas que pueden asumirse para los Grados B y C se contemplan en la Sección 25. No se proporciona ningún requerimiento de carga específica para el Grado N. Los requerimientos de resistencia para los diversos Grados de construcción se especifican en la Sección 26.



## Sección 25

### Cargas para los Grados B y C

#### 250. Requerimientos de carga generales y mapas

##### 250.A. Generalidades

- 250.A.1. Es necesario suponer las cargas de viento y hielo que puedan ocurrir sobre una línea. En las Reglas 250.B y 250.C se especifican dos cargas meteorológicas. Cuando se apliquen ambas reglas, la carga requerida deberá ser la que tenga mayores efectos.
- 250.A.2. Cuando las cargas de construcción o mantenimiento excedan aquellas impuestas por la Regla 250.A.1, cualquiera ocurrira con mayor frecuencia en las áreas de carga ligera, las supuestas cargas se incrementarán de manera coherente.
- 250.A.3. Se sabe que las cargas que realmente se experimentan en algunas áreas pueden ser diferentes a aquellas especificadas en estas reglas. Las cargas indicadas deberán ser consideradas como cargas mínimas de aplicación. En las áreas donde se conocen las cargas más fuertes o se sospecha de su existencia, se deberá aplicar las cargas más fuertes además de las cargas especificadas en estas reglas.
- 250.A.4. La capacidad estructural proporcionada para cumplir los requerimientos de carga y resistencia de las Secciones 25 y 26 proporciona la capacidad suficiente para resistir los movimientos de suelo por terremoto.

##### 250.B. Cargas de viento, hielo y hielo combinado con viento

Se reconocen tres zonas de carga generales, denominadas:

- Zona A - Ligera,
- Zona B - Regular
- Zona C - Fuerte

Existen cuatro áreas de carga dependientes de la altitud superpuestas en estas zonas, denominadas como:

- Área 0, menor de 3 000 m.s.n.m.,
- Área 1 - de 3 000 a 4 000 m.s.n.m.,
- Área 2 - de 4 001 a 4 500 m.s.n.m.,
- Área 3 - sobre los 4 500 m.s.n.m.,

Las zonas de carga A, B y C incluyen cargas de viento y las áreas de carga 1, 2 y 3 incluyen las cargas de viento incrementadas con las cargas de hielo. En la Figura 250-1 se aprecia las ubicaciones donde se aplican estas cargas.

## Sección 25

### Cargas para los Grados B y C

#### 250. Requerimientos de Carga Generales y Mapas

251. Carga del Conductor
252. Cargas en los Soportes de Línea
253. Factores de Sobrecarga para Estructuras, Crucetas, Retenidas, Cimentaciones y Anclajes

En cada zona, las condiciones meteorológicas son específicas del área. Para nuestro caso las condiciones meteorológicas reflejarán las condiciones del Perú.

Por lo general, no es práctico diseñar estructuras aéreas para que resistan las condiciones atmosféricas más severas que se puedan presentar en cualquier lugar dentro de un área extensa como una zona de carga. La experiencia ha demostrado que no es necesario proporcionar un alto grado de seguridad, ya que las combinaciones coincidentes de condiciones extremas de hielo y viento son muy poco frecuentes y por ende sólo ocurren en áreas relativamente restringidas. Tanto los datos climáticos como la amplia experiencia de las empresas que emplean conductores desnudos, se utilizaron como base para la selección de premisas de carga incluidas en la Sección 25, así como también en la definición de las **zonas de carga**.

Los requerimientos de resistencia de las reglas para los Grados B y C proporcionan un grado de seguridad al mantener las condiciones por debajo de las cuales sea requerido cada uno de estos Grados de Construcción.

Mientras exista un número de factores involucrados en la resistencia de una línea aérea, no es posible incluir todos estos elementos en el Código si es que se van a preparar las reglas de seguridad factibles; el Código no pretende ser un manual de diseño. Sin embargo, se han incluido los principales factores y se les ha asignado valores cuidadosamente considerados para los diversos Grados de Construcción y zonas de carga implicadas. Bajo estas circunstancias, las premisas establecidas no pueden, en algunos casos, representar las presiones reales y cargas enfrentadas por años en la práctica real; sin embargo, son las más próximas. Cuando se utilizan conjuntamente con los esfuerzos permitidos especificados en las reglas, estas premisas de cargas proporcionarán una construcción que la experiencia ha demostrado ser segura, en situaciones, donde se requiere el Grado B o C. En situaciones en las cuales no son aquellas en donde se especifica el Grado B o C, la idoneidad de la construcción de la línea puede determinarse sólo mediante exámenes de la experiencia y las condiciones locales involucradas.

#### 250. Requerimientos de Carga Generales y Mapas

Las zonas de carga A, B y C se basan en condiciones reales de Perú. Éstas son para todo el país y se basan en condiciones climatológicas peruanas y en las experiencias de las empresas de servicio público. Los criterios básicos de carga en estas zonas son



## Sección 26

### Requerimientos de Resistencia

#### **260. Generalidades (véase la Sección 20)**

##### **260.A. Premisas**

- 260.A.1.** Se sabe que la deformación, deflexiones o desplazamiento de las partes de la estructura pueden cambiar los efectos de las cargas de diseño. Cuando se calcule los esfuerzos, se puede admitir tolerancias para dichas deformaciones, deflexiones o desplazamiento de las estructuras de soporte incluyendo postes, torres, retenidas, crucetas, espigas, sujetadores de conductores y aisladores cuando puedan evaluarse los efectos. Dicha deformación, deflexión o desplazamiento deberá calcularse utilizando las cargas de la Regla 250, antes de la aplicación de los factores de sobrecarga establecidos en la Regla 253. Para los cruces o conflictos, los cálculos estarán sujetos a mutuo acuerdo.
- 260.A.2.** Se puede disponer de materiales tecnológicamente nuevos. Mientras estos materiales estén en proceso de desarrollo, deberán ser probados y evaluados. Se permite instalaciones de prueba siempre y cuando sean supervisadas por personal calificado.

##### **260.B. Aplicación de los factores de resistencia**

- 260.B.1** Las estructuras deberán ser diseñadas para soportar cargas apropiadas multiplicadas por los factores de sobrecarga de la Sección 25, sin exceder de su resistencia multiplicadas por los factores de resistencia de la Sección 26.

#### **261. Construcción de Grados B y C**

##### **261.A. Estructuras de soporte**

Los requerimientos de resistencia para las estructuras de soporte pueden ser cumplidos sólo por las estructuras o con la ayuda de retenidas o riostras o ambos.

###### **261.A.1 Estructuras de metal, de concreto armado y pretensado**

- 261.A.1.a.** Estas estructuras deberán ser diseñadas para soportar las cargas indicadas en la Regla 252 multiplicadas por los factores de sobrecarga apropiados de la Tabla 253-1, o de la Tabla 253-2, sin excederse de la carga permitida.

- 261.A.1.b.** La carga permitida será la resistencia multiplicada por los factores de resistencia de las Tablas 261-1.A, o 261-1.B (cuando se utilicen retenidas, véase la Regla 261.C.)

## Sección 26.

### Requerimientos de Resistencia

- 260. Premisas Preliminares**  
**261. Grados de Construcción B y C**  
**262. (Esta regla queda en blanco)**  
**263. Grado de Construcción N**  
**264. Arriostramiento y Reforzamiento**

Los Grados de Construcción se especifican en la Sección 24 para los conductores de línea y sus soportes. Todas las líneas deben cumplir algunos de los requerimientos del Código, tales como aquellos para las distancias de seguridad. Otros requerimientos dependen del Grado de Construcción; las diferencias de los requerimientos para los diferentes grados se relacionan principalmente con la resistencia mecánica. Sin embargo, estos requerimientos también involucran a algunos otros elementos, tal como la resistencia eléctrica de los aisladores.

El Grado N es la designación establecida para la construcción que no es necesario que cumpla con los requerimientos de cualquier otro grado. La Sección 24 limita la aplicación del Grado N a ubicaciones específicas. No se indica ningún requerimiento de carga especificado, factores de sobrecarga o factores de resistencia para el Grado N. Sin embargo, existen unos cuantos requerimientos de resistencia para el Grado de Construcción N, tal como el límite de tamaños de los conductores de suministro.

Se supone que la resistencia mecánica de los postes y estructuras similares implican solamente tres consideraciones: (1) deberán tener la capacidad de soportar el peso de los conductores cuando lleven consigo hielo de un grosor especificado; (2) deberán poseer suficiente resistencia como para tolerar la presión del viento en ángulos rectos a la línea; (3) deberán tener suficiente resistencia como para tolerar el tiro en la dirección de la línea, debido a cualquier tensión mecánica de los conductores que no está equilibrada, tales como en el extremo muerto. Por supuesto, se reconoce que las fallas reales de las líneas por lo general involucran combinaciones complicadas de estos y otros tipos de cargas, tal como las cargas de torsión aplicadas debido a roturas de conductores, cargas debido a oscilaciones del conductor y balanceo de las estructuras de soporte, y muchas otras.



## Sección 27

### Aislamiento de la Línea

#### 270 Aplicación de la regla

Estos requerimientos se aplican únicamente a las líneas de suministro de conductor expuesto.

*NOTA 1: Véase la Regla 243.C.5*

*NOTA 2: Véase la Regla 242.E para los requerimientos de aislamiento de los conductores neutros.*

#### 271. Material y marca

Los aisladores para la operación de los circuitos de suministro, deberán ser fabricados de porcelana de proceso húmedo u otro material que proporcione resistencia mecánica y eléctrica equivalente o mejor. Los aisladores para 2,3 kV o más deberán ser marcados por el fabricante con su nombre o marca de fábrica y marcas de identificación que permitan la determinación de las propiedades eléctricas y mecánicas. La marca deberá ser aplicada de tal manera que no reduzca la resistencia eléctrica o mecánica del aislador.

*NOTA: La marca de identificación puede ser un número de catálogo, número de fabricación u otros medios de tal modo que las propiedades de la unidad puedan determinarse ya sea a través de catálogos u otra literatura.*

#### 272. Relación de la tensión disruptiva con la tensión de perforación dieléctrica

Los aisladores deberán ser diseñados de tal manera que la relación de su tensión disruptiva en seco a baja frecuencia, con la tensión de perforación dieléctrica a baja frecuencia, esté de acuerdo con las Normas ANSI C22.9 o normas internacionales aplicables. Cuando no exista una norma, esta relación no deberá exceder de 75 %.

*EXCEPCIÓN: Los aisladores diseñados específicamente para ser utilizados en áreas de alta contaminación atmosférica, pueden tener una tensión disruptiva en seco de baja frecuencia, nominal no mayor de 80% de su tensión de perforación dieléctrica de baja frecuencia.*

#### 273. Nivel de aislamiento

La tensión disruptiva en seco nominal del aislador o aisladores, cuando sean sometidos a pruebas de acuerdo con la norma ANSI C29.1, no deberá ser menor que la que se indica en el Tabla 273-1, a menos que esté basado en un estudio de ingeniería calificado. Se deberán utilizar niveles de aislamiento más altos que aquellos que se muestran en la Tabla 273-1, u otros medios efectivos, cuando existan fuertes descargas

## Sección 27

### Aislamiento de la Línea

#### 270. Aplicación de la Regla

#### 271. Material y Marcas

#### 272. Relación del Contorneamiento con la Tensión de Perforación Dieléctrica

#### 273. Nivel de Aislamiento

#### 274. Pruebas de Fábrica

#### 275. Aplicaciones Especiales del Aislado

#### 276. Protección Contra la Formación de Arcos a y Otros Daños

#### 277. Resistencia Mecánica de los Aisladores

#### 278. Sistemas de Cable Aéreos

#### 279. Aisladores de Retenida y Vanos

#### 270. Aplicación de la Regla

Esta sección es aplicable a las líneas de suministro; su propósito previsto es claro para las líneas de suministro de conductor abierto.

#### 271. Material y Marcas

Su aplicabilidad requirió que todos los aisladores utilizados en las líneas de suministro sean fabricados con porcelana en proceso húmedo u otro material equivalente.

#### 272. Relación del Contorneamiento con la Tensión de Perforación Dieléctrica

La Regla 272 se encuentra desarrollada en la Regla 273.

#### 273. Nivel de Aislamiento

Esta regla se ha extendido para (1) permitir proporciones de contorneamiento en seco más bajas para las tensiones nominales establecidas, si es que se basa en un estudio de ingeniería calificado y se requiere tal estudio para tensiones nominales más altas, y (2) requerir el uso de aisladores con proporciones de tensión de contorno en seco más altas, u otro medio efectivo, donde existan condiciones desfavorables. Observe que, como en otros casos del Código, cuando se consulta un "estudio de ingeniería calificado", por lo general, se espera, pero no se requiere específicamente que el estudio sea llevado a cabo por un Ingeniero Profesional registrado en el Colegio de Ingenieros del Perú.