



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



CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

(CNE) - SUMINISTRO

Dr.Ing. Cip. Enrique Díaz Rubio



NORMATIVIDAD VIGENTE

Aprueban el Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011)

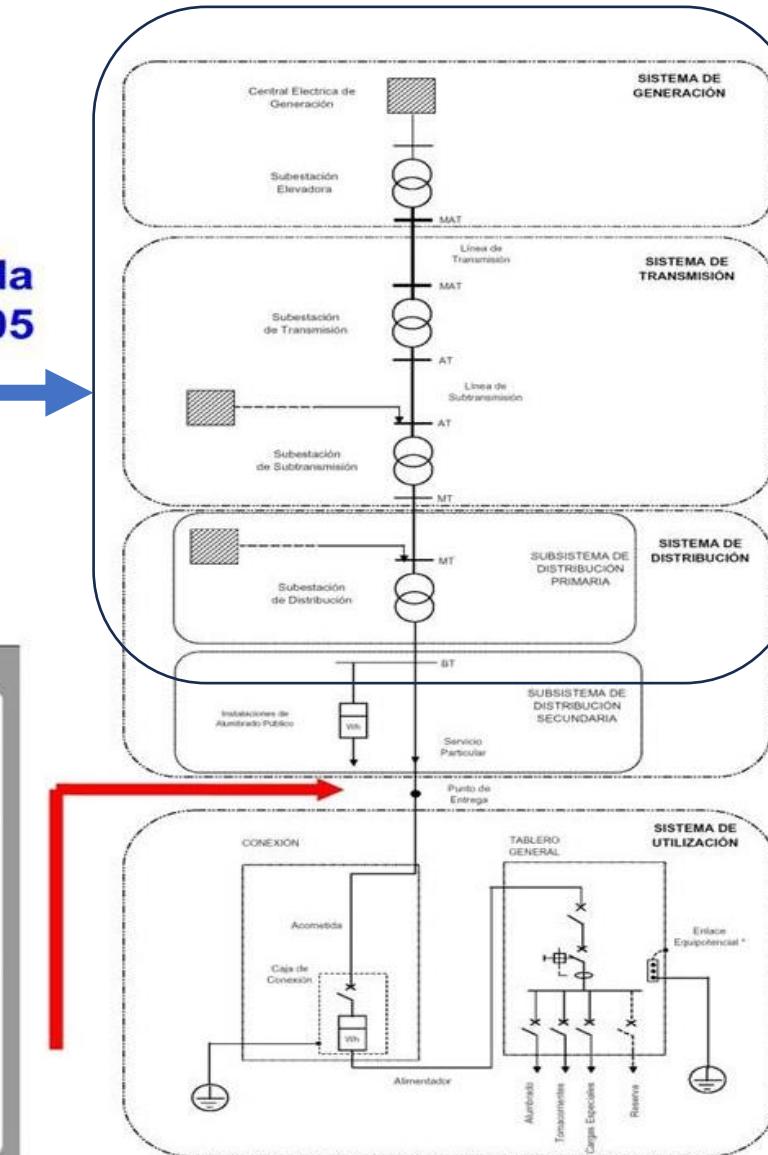
**RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 214-2011-MEM/DM**

Lima, 29 de abril de 2011



**RM publicada
2011-05-05**

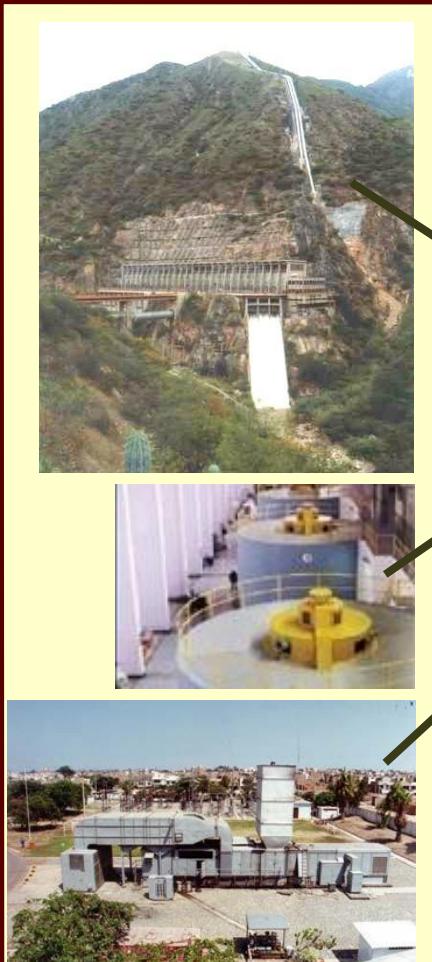
R.M 2006



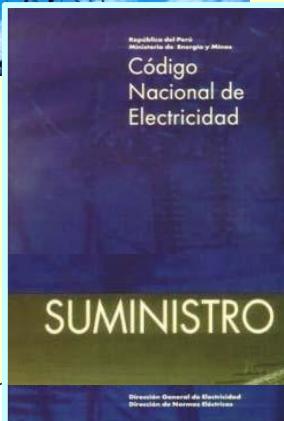
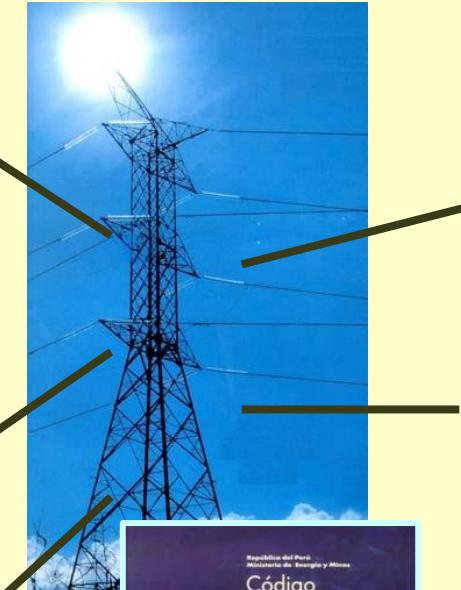


ESTRUCTURA DEL SUBSECTOR ELECTRICIDAD

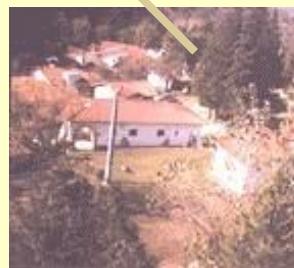
Generación



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/ManualCNEsuministro.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
PARTE 1.	REGLAS PARA LA INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES DE SUMINISTRO ELÉCTRICO Y EQUIPOS	
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
PARTE 2.	REGLAS DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LINEAS AEREAS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO Y COMUNICACIONES	
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
PARTE 3.	REGLAS DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO Y COMUNICACIONES	
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
PARTE 4.	REGLAS PARA LA OPERACIÓN DE LÍNEAS DE SUMINISTRO ELÉCTRICO Y COMUNICACIONES Y EQUIPOS	
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.*



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.



Parte 3.
**Reglas de Seguridad para la Instalación y Mantenimiento de
Líneas Subterráneas de Suministro Eléctrico y
Comunicaciones**

Sección 30
Objetivo, Alcance y Aplicación de las Reglas

300. Objetivo

El objetivo de la Parte 3 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 subterráneas de suministro y comunicaciones y equipos asociados, sin afectar el medio ambiente ni el Patrimonio Cultural de la Nación.

301. Alcance

La Parte 3 de este Código se aplica a cables de suministro eléctrico, y de comunicación y equipos en sistemas subterráneos o enterrados. Las reglas abarcan las disposiciones asociadas y la extensión de dichos sistemas hacia las edificaciones. Asimismo, se aplica a los cables y el equipo empleado principalmente para la utilización de la energía eléctrica, cuando estos son usados por los titulares de empresas de electricidad, en el ejercicio de sus funciones en calidad de empresa de servicio público. Éstas reglas no consideran a las instalaciones en las estaciones de suministro eléctrico.

302. Aplicación de las reglas

Los requerimientos generales para la aplicación de estas reglas se incluyen en la Regla 013.

Parte 3

**Reglas de Seguridad para la Instalación y Mantenimiento de
Líneas Subterráneas de Suministro Eléctrico y Comunicación**

Sección 30

Propósito, Alcance, y Aplicación de las Reglas

300. Objetivo

301. Alcance

302. Aplicación de las Reglas

300. Objetivo

El propósito de esta sección es detallar los requerimientos para la instalación, operación y mantenimiento seguros de instalaciones de suministro y comunicaciones subterráneas o enterradas.

301. Alcance

El alcance de esta parte del Código, Regla 301, es diferente a la de otras partes. En particular, no se aplica a las instalaciones en subestaciones de suministro eléctrico. Aunque estas reglas pueden ser útiles cuando se consideren particularidades que no se detallan en la Parte 1, no son necesarias dentro de subestaciones de suministro eléctrico. Por ejemplo, el requerimiento de puertas dobles/barreras para el acceso a partes vivas expuestas por encima de 750 V establecido por la 381.G.2 no es aplicable en áreas calificadas como subestaciones de suministro eléctrico.

302. Aplicación de las Reglas

Los requerimientos generales para la aplicación de estas reglas están incluidos en la Regla 013 del Código.



Sección 31

Requerimientos Generales que se aplican a las Líneas Subterráneas

310. Secciones relacionadas

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

311. Instalación y mantenimiento

311.A. La empresa concesionaria responsable de las instalaciones subterráneas deberá mantener planos de replanteo actualizados, u otra forma similar de información necesaria, para facilitar la ubicación posterior de las mismas.

311.B. En cuanto a los proyectos y trabajos:

311.B.1. 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.

311.B.2. Se deberá coordinar con una anticipación razonable y hacer llegar una notificación al municipio, a los propietarios u operadores de otras instalaciones próximas, y a los usuarios del servicio eléctrico que puedan verse afectados por las nuevas construcciones o los cambios que se efectúen en las instalaciones existentes.

311.B.3. Deberá mantenerse una distancia de seguridad, de acuerdo a las características de ejecución de los trabajos de instalación, considerando las dimensiones de los equipos de excavación u otras herramientas, las características del suelo, la presencia de agricultores u otras especialidades en la zona de instalación y demás factores que intervengan en el caso.

Lo indicado en estas reglas va mayormente a las aplicaciones hasta media tensión, caso urbano.

311.B.4. En casos de alta tensión, previamente coordinar estrechamente con las entidades gubernamentales involucradas en el caso.

311.B.5. 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.

312. Facilidad de acceso

Todas las partes que deban examinarse o regularse durante la operación, deberán estar dispuestas de tal manera que presenten fácil acceso para

Sección 31

Requerimientos Generales que se Aplican a Líneas Subterráneas

310. Secciones Relacionadas

311. Instalación y Mantenimiento

312. Facilidad de Acceso

313. Inspección y Pruebas de las Líneas y del Equipo

314. Puesta a Tierra de las Líneas y del Equipo

315. Requerimientos de Protección para el Equipo de Comunicaciones

316. Tensión Inducida

317. Faja de Servidumbre

310. Secciones de Referencia

Para no repetir los requerimientos generales para cada Parte del Código, estos requerimientos se incluyen en un grupo de las Secciones 1, 2 y 3

311. Instalación y Mantenimiento

Tanto la seguridad como la confiabilidad se logran mediante el conocimiento preciso de los lugares de las instalaciones subterráneas y la cooperación entre las partes afectadas.

312. Accesibilidad

Se requieren espacios de trabajo, instalaciones y distancias de seguridad adecuados para que los trabajadores operen y realicen mantenimiento del sistema de manera eficiente y efectiva, especialmente en condiciones de emergencia. Este requerimiento es similar a la Regla 213 para las instalaciones aéreas. Debido a la mayor posibilidad de espacios reducidos y salidas limitadas en las instalaciones subterráneas, el diseño de estas instalaciones para que incluyan espacios de trabajo y distancias de seguridad apropiados es especialmente crítico.

313. Inspecciones y Pruebas de Líneas y Equipos

La Regla 313 reproduce los mismos requerimientos para líneas aéreas. Véase la Regla 214 para una discusión completa.

314. Puesta a tierra Circuitos y Equipos



Sección 32

Sistemas de Conductos

NOTA 1: Aunque en la práctica se emplea a menudo ducto y conducto indistintamente, ducto, tal como se utiliza en el presente Código, es una canalización cerrada, simple, para conductores o cable; conducto es una estructura que contiene uno o más ductos; y el sistema de conductos es la combinación de conductos, buzones de inspección, buzones de registro, y/o cámaras subterráneas unidos para formar un conjunto integrado.

NOTA 2: Para cables instalados en un ducto simple que no es parte de un sistema de conductos, se aplican las reglas de la Sección 35.

320. Ubicación

320.A. Ruta

320.A.1. Generalidades

320.A.1.a. Los sistemas de conductos deberán estar sujetos a por lo menos la mínima perturbación práctica. Los sistemas de conductos que se extiendan en paralelo a otras estructuras subterráneas o cimientos, no deberán de ubicarse directamente encima o debajo de éstos. En caso de que esto no sea práctico, se optará por la regla de separación, tal como se establece en la Regla 320B.

320.A.1.b. El alineamiento del conducto será de tal manera que no haya protuberancias o salientes que podrían dañar el cable.

320.A.1.c. Donde sean necesarias curvas, el radio de curvatura será lo suficientemente amplio como para que se elimine las posibilidades de daño al cable que se está instalando en la tubería.

320.A.2. Peligros naturales

Se evitará las rutas a través de suelos inestables tales como, fango, suelo movedizo, etc., o a través de suelos altamente corrosivos. En caso de que sea necesario, la construcción en estos suelos, el conducto será construido de tal manera que minimice el movimiento y la corrosión.

320.A.3. Carreteras y calles

Cuando se va a instalar el conducto longitudinalmente por debajo de una calzada, éste deberá ser instalado en la berma lateral o, hasta donde sea práctico, dentro de los límites de una vía de tráfico y cumpliendo con las reglas municipales y técnicas, de la autoridad que administra el tránsito vehicular correspondientes. Los cruces de las calzadas deberán cumplir con los requerimientos técnicos de las autoridades respectivas anteriormente indicadas.

Sección 32

Sistemas de Conductos

320. Ubicación

321. Excavación y Relleno

322. Ductos y Uniones

323. Buzones de Inspección, Buzones de Registro y Cámaras Subterráneas

Obsérvese las definiciones especiales para "ducto", "conducto" y "sistema de conductos".

Un "conducto" es una estructura que contiene una o más canalizaciones cubiertas llamadas "ductos". El "sistema de conductos" incluye tanto el conducto como los buzones de inspección asociados, etc. De esta manera, cuando se emplea el término "ducto", la regla por lo general lo relaciona con la adecuación, uniformidad, etc., para limitar el daño a los cables en condiciones de tiro. Las reglas que atañen a los conductos y sistemas de conductos por lo general se refieren a la ubicación, resistencia, etc., para limitar el daño a los cables debido a la utilización de la superficie o la actividad subterránea adyacente.

320. Ubicación

320.A. Ruta

La ubicación general de una instalación subterránea por lo general es bajo vereda, por ello son importantes los planos de habilitación urbana que es emitido por las Municipalidades. En muchos casos, la ubicación de la tubería existente será un factor determinante para la ubicación de las instalaciones subterráneas de suministro y comunicaciones. Las empresas de servicio público pueden evitar dificultades o conflictos significativos y costos antes del montaje de las nuevas instalaciones, mediante la realización de un estudio cuidadoso de las estructuras subterráneas existentes, junto con aquellas que se planean instalar en el futuro. Dicho planeamiento cuidadoso puede permitir dimensiones mayores de buzones de inspección que frecuentemente se proveen en zonas congestionadas.

Los sistemas de conductos deberán ser instalados en línea recta a fin de reducir esfuerzos de tiro tanto sobre los conductos como sobre los cables. Es especialmente crítica la alineación adecuada de las secciones de conductos a fin de proporcionar ductos uniformes. En suelos inestables, se deberá poner especial cuidado. Cuando sean necesarias las curvas para cumplir con otras reglas o adaptarse a las características existentes del lugar, el radio de la curvatura deberá ser tan grande como resulte práctico. Si se emplean curvas de radio corto, el cable puede dañarse durante las operaciones de tiro.

Para cumplir con el servicio proyectado de la instalación de manera eficiente, la ubicación de las instalaciones deberá proporcionar seguridad y fácil acceso para el



Sección 33

Cable de Suministro

330. Generalidades

El cable deberá cumplir con las Normas Técnicas Peruanas (véase la Regla 012 F).

- 330.A. En el diseño y construcción de los conductores, aislamiento, cubiertas, y pantallas, se deberá considerar los esfuerzos mecánicos, térmicos, ambientales y eléctricos previstos durante el periodo de instalación y operación.
- 330.B. El cable estará diseñado y fabricado de tal manera, que conserve las dimensiones especificadas y la integridad estructural durante su fabricación, enrollamiento, almacenamiento, manipuleo e instalación.
- 330.C. El cable estará diseñado y construido de tal manera que cada componente esté protegido de efectos dañinos de otros componentes.
- 330.D. El conductor, el aislamiento y apantallamiento estarán diseñados para resistir los efectos de la magnitud y duración de la corriente de falla, salvo en la proximidad inmediata de la falla.

331 Cubiertas

Las cubiertas serán provistas cuando sea necesario para proteger el aislamiento o pantalla, de la humedad y otras condiciones ambientales adversas.

332. Apantallamiento

332.A. Generalidades

- 332.A.1. El apantallamiento del conductor y el apantallamiento del aislamiento, deberán cumplir preferentemente las especificaciones de las Normas Técnicas (véase la Regla 012.F).

EXCEPCIÓN: No se requiere apantallamiento para los puentes cortos, que no hacen contacto con la superficie conectada a tierra dentro de los recintos de protección o cámaras subterráneas, siempre que los puentes se encuentren protegidos o aislados.

- 332.A.2. El apantallamiento del aislamiento puede ser seccionado siempre que cada sección se encuentre efectivamente conectada a tierra.

332.B Material

Sección 33

Cables de Suministro

330. Generalidades

331. Cubiertas

332. Apantallamiento

333. Accesorios y Empalmes de Cable

330. Generalidades

Esta regla reconoce que el propósito de la instalación de un cable no será satisfecho, por lo menos no sin una disminución de la seguridad, confiabilidad y economía, a menos que los componentes del sistema de cable estén diseñados e instalados para que cumplan con los esfuerzos mecánicos, térmicos, ambientales y eléctricos esperados durante la instalación y operación.

Sin embargo, la Regla 330.D. reconoce que no es práctico requerir que dicho cable resista efectos directos de falla, tales como arcos, fuego, gases explosivos, etc., en el área inmediata de la falla.

331. Cubiertas

Las condiciones de medio ambiente adversas disminuirán la seguridad y la confiabilidad de los cables a menos que se tomen medidas apropiadas. El uso de cubiertas totalmente aislantes también puede afectar los requerimientos de puesta a tierra en ciertas situaciones. Véase la Regla 354.D.1.

332. Apantallamiento

La Regla 332 reconoce la variación de las técnicas de apantallamiento y los materiales que pueden ser apropiados para ser utilizados. El propósito del requerimiento para el metal no magnético es para reducir daños al aislamiento del cable o a su apantallamiento como resultado del recalentamiento por inducción. El cable neutro concéntrico revestido de cobre cumple con este propósito si es que es diseñado y aplicado para evitar problemas de calentamiento por inducción.

NOTA: Los requerimientos para el apantallamiento del conductor son una regla de "deber", mientras que los requerimientos para el aislamiento del apantallamiento es una regla de "intención".

333. Accesorios y Empalmes de cables

Los cables semejantes entre sí, los empalmes y accesorios deben resistir esfuerzos mecánicos, térmicos, medioambientales y eléctricos esperados durante la instalación y operación.



Sección 34

El Cable en las Estructuras Subterráneas

340. Generalidades

- 340.A. La Sección 33 se aplicará al cable de suministro en estructuras subterráneas.
- 340.B. En sistemas que operen encima de 2 kV, en el diseño de los conductores o cables instalados en conducto no metálico, se considerará la necesidad de una pantalla con puesta a tierra efectiva, una cubierta protectora exterior, o ambas.

341. Instalación

341.A. Generalidades

- 341.A.1. La flexión del cable de suministro durante su manipuleo, instalación y operación deberá estar controlada a fin de evitar daños.
NOTA: El radio de curvatura mínimo se sujetará a las recomendaciones de la norma técnica correspondiente.
- 341.A.2. Las tensiones de tracción y las presiones de superficie laterales en el cable de suministro deberán limitarse a fin de evitar daños.
NOTA: Se debe tener en cuenta las recomendaciones del fabricante como guía.
- 341.A.3. Los ductos deberán estar limpios de material extraño que podría dañar el cable de suministro durante las operaciones de tracción.
- 341.A.4. Los lubricantes del cable no deberán ser perjudiciales para el cable o los sistemas de conducto.
- 341.A.5. En las pendientes o recorridos verticales, los cables deben estar debidamente fijados.
- 341.A.6. Los cables de suministro no deberán instalarse en el mismo ducto con los cables de comunicación, a menos que todos los cables sean operados y mantenidos por la misma empresa.
- 341.A.7. Pueden instalarse cables de comunicación en conjunto en el mismo ducto, siempre que todas las empresas involucradas estén de acuerdo.

341.B. El cable en buzones de inspección y cámaras subterráneas

341.B.1. Soportes

- 341.B.1.a. Los soportes del cable estarán diseñados para resistir tanto la carga viva como la estática, y deberán ser compatibles con el medio ambiente.

Sección 34

El Cable en las Estructuras Subterráneas

340. Generalidades

341. Instalación
342. Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial
343. A Prueba de Fuego
344. Cables de Comunicación que Contienen Circuitos de Suministro Especiales

340. Generalidades

Las reglas de la Sección 33 también se aplican a los cables en estructuras subterráneas. Por encima de 2 kV a tierra, una pantalla o cubierta, o ambos, puestos a tierra de manera efectiva pueden reducir, en efecto, la destrucción catastrófica de conductos no metálicos y cables adyacentes, durante una falla por la aceleración de la operación de los dispositivos de protección y la reducción del flujo de corriente hacia los cables y en los mismos no involucrados inicialmente en una falla.

Aunque esta regla es similar a la Regla 350 para cables enterrados directamente, la cubierta o pantalla no es requerida por esta regla como si lo es en la Regla 350.B. Sin embargo, ya que la Regla 332 requiere el apantallamiento tal como lo establecen las especificaciones aplicables de cable, el efecto práctico es que el apantallamiento, la cubierta, o ambos por lo general son utilizados por encima de 2 kV.

341. Instalación

Debido a las limitaciones de espacio en los buzones de inspección, los cables deberán ser dispuestos en bastidores cuidadosamente y luego espaciados y ubicados de tal manera que sean fácilmente accesibles a los trabajadores. La experiencia ha demostrado que, cuando los cables están aglomerados y tienen un espacio de trabajo inferior alrededor de ellos, el trabajo ejecutado será menos eficiente que el ejecutado sobre cables que son fácilmente accesibles.

El empalme de los cables de suministro es una operación muy importante y particular. Por lo general, las juntas causan más problemas que cualquier otra parte del sistema subterráneo. Esto generalmente se produce debido a la falla del aislamiento, recalentamiento debido a contactos deficientes e ingreso de la humedad a través de las juntas deficientes.

Los empalmes deben ser inspeccionados para determinar, si es que se recalientan excesivamente o si han empezado a aparecer otros defectos. Los empalmes deben de ser ubicados sólo en lugares accesibles, no en ductos.

A fin de disminuir la posibilidad de daños a los cables de baja tensión debido a arcos por fallas de cables de alta tensión, los dos tipos de cables deberán ser separados en la medida que sea conveniente.



Sección 35

Cable Directamente Enterrado

350. Generalidades

- 350.A. La Sección 33 se aplicará al cable de suministro directamente enterrado.
- 350.B. Los cables que operen por encima de 600 V a tierra deberán tener una pantalla metálica continua, cubierta, o conductor neutro concéntrico con puesta a tierra efectiva.
EXCEPCIÓN: En un empalme o unión, el medio de paso de la corriente de la cubierta metálica, pantalla o el conductor neutro deberá ser continuo pero no necesita ser concéntrico.
- 350.C. Los cables que cumplan con la Regla 350.B, del mismo circuito de suministro, pueden ser enterrados sin ninguna separación intencional.
- 350.D. Los cables del mismo circuito que operen a menos de 600 V a tierra, sin ninguna cubierta o pantalla puesta efectivamente a tierra, podrán ser colocados muy cerca uno de otro (sin separación intencional).
NOTA: El régimen térmico de los cables vendrá afectado por la proximidad entre cables paralelos.
- 350.E. Los cables de comunicación que contengan circuitos especiales que suministren energía, únicamente al equipo de comunicaciones deberán cumplir con los requerimientos de las Reglas de la 344.A.1 a la 344.A.5.
- 350.F. Se proporcionará enlace equipotencial entre todos los equipos metálicos de comunicaciones y de potencia, instalados sobre el suelo (pedestales, terminales, cajas de equipos, cajas de transformador, etc.), que se encuentren separados por una distancia de 1,8 m, o menos.
- 350.G. Toda cubierta de cable de suministro directamente enterrado, que cumpla con la Regla 350.B y todos los cables de comunicación directamente enterrados, deberán tener un marcado legible, de acuerdo a lo indicado en las especificaciones de las Normas Técnicas Peruanas (véase la Regla 012F). Véase la Figura 350-1.
- 350.H. Para advertir la presencia del cable cuando se efectúen posteriores trabajos en el subsuelo, sobre la capa superior de arena o tierra cernida que cubre el cable, se pondrá una hilera de ladrillos o placas de cemento del mismo ancho que éstos, a una distancia no menor de 0,10 m por encima del cable, instalándose una cinta señalización de seguridad a no menos de 0,20 m por encima de la base del ladrillo, donde se indicará la presencia del cable.
NOTA: En caso de instalación de cables de baja tensión, podrá obviarse el ladrillo.

Sección 35

Cable Directamente Enterrado

350. Generalidades

351. Ubicación y Ruta

352. Separaciones de Otras Estructuras Subterráneas (Alcantarillas, redes de distribución de agua, tuberías de combustible, cimientos de edificaciones, tuberías de vapor, otros conductores de suministro o comunicación sin separaciones aleatorias, etc.)
353. Instalación
354. Separación Aleatoria – Separación Menor a 300 mm de Estructuras Subterráneas u otros Cables

350. Generalidades

Las reglas de la Sección 33 también se aplican a cables directamente enterrados. Las reglas de esta Sección indican en detalle las disposiciones y las condiciones de instalación requeridas para una instalación segura. Estas reglas son esencialmente análogas a aquellas incluidas en la Sección 32 para sistemas de conductos y han sido expandidas a fin de reconocer los problemas especiales de sistemas directamente enterrados. Por ejemplo, se requiere una pantalla, una cubierta o un neutro concéntrico continuamente metálico y puesta a tierra para cables directamente enterrados por encima de 750 V. Esto acelera la operación del sistema de protección y limita el flujo de corriente hacia otros cables así como el flujo de corriente en otros cables, reduciendo así el efecto catastrófico de una falla en un cable de alta tensión.

La Regla 350.C da consistencia a la Regla 354.

La Regla 350.F añade el requerimiento de enlazar equipotencialmente todos los pedestales, cubiertas, etc. metálicos sobre el terreno, que están ubicados cerca entre ellos, por ejemplo 1,80 m. El propósito es el de limitar la posibilidad de que un trabajador toque dos elementos que puedan estar a potenciales de tensión significativamente diferentes. Cuando hay paredes o barreras o diferencias de nivel de piso terminado que previenen un contacto simultáneo, la regla no se aplica.

Por debajo de 750 V, si no se utiliza una cubierta o pantalla efectivamente puesta a tierra alrededor de cada cable, todos los cables del mismo circuito deben ser colocados en la zanja sin separación intencional entre ellos; esto no prohíbe colocar más de un circuito del mismo tipo en una disposición aleatoria. Los requerimientos especiales de las Reglas 344.A.1 hasta 344.A.5 también se aplican cuando cables de comunicaciones conteniendo circuitos especiales de suministro son ubicados de manera subterránea para ser directamente enterrados.

La Regla 350.F requiere el enlace equipotencial de una variedad de elementos conductivos puestos a tierra si ellos están ubicados en un radio de 1,8 m. uno de otro. No se requiere enlace equipotencial entre un pedestal de comunicaciones y un alambre vertical de puesta a tierra en un poste adyacente, aún si la distancia entre los



Sección 36

Subida de cables

(Tuberías de Protección para Subidas de Cables Subterráneos)

360. Generalidades

- 360.A. La protección mecánica para los conductores o cables de suministro, deberá preverse tal como lo exige la Regla 239.D de este Código. Esta protección deberá extenderse por lo menos 300 mm por debajo del nivel de superficie y a una altura de 2,50 m sobre la superficie del piso.
- 360.B. La subida de los conductores o cables de suministro deberán efectuarse verticalmente a partir de la zanja, cuidando que el radio de curvatura del cable sea el adecuado y no cause deterioro alguno en el tiempo de vida del cable.
- 360.C. Las tuberías o guardas conductoras expuestas, que contengan los conductores o cables de suministro, deberán ser puestas a tierra conforme a la Regla 314.

361. Instalación

- 361.A. La instalación deberá ser diseñada de tal manera que el agua no se quede en las tuberías, debiendo sellarse o instalarse un tapón en la parte superior de la misma.
- 361.B. Los conductores y cables deberán estar apoyados de tal manera que limiten la probabilidad de causarse daños, inclusive los terminales o terminaciones.
- 361.C. Donde los conductores o cables entren a la tubería o curva de la tubería, éstos deberán ser instalados de tal manera que minimicen la posibilidad de daños debido al movimiento relativo del cable y la tubería.

362. Subida de tuberías en poste - requerimientos adicionales

- 362.A. Las tuberías deberán ser ubicadas en el poste en la posición más segura posible, con respecto al espacio para escalamiento y evitar la exposición a daño por el tránsito.
- 362.B. El número, tamaño y ubicación de los ductos o guardas de subidas de cables, deberán ser limitados a fin de permitir un acceso seguro para el escalamiento.

363. Instalaciones en pedestal o plataforma

- 363.A. Los conductores o cables de suministro que se instalen desde la zanja hacia los transformadores, interruptores u otros equipos en pedestal o plataforma, serán ubicados y dispuestos de tal manera que no

Sección 36

Subida de Cables

(Tuberías de protección para Subidas de Cables Subterráneos)

360. Generalidades

- 361. Instalación
- 362. Subida de Tuberías en Poste – Requerimientos Adicionales
- 363. Instalaciones en Pedestal o Plataforma

360. Generalidades

La Parte 2 del Código cubre los requerimientos de protección mecánica para conductores de suministro o cables en montantes. Esta protección debe continuar al menos a 0,30 m por debajo del terreno y una altura mínima de 2,40 m sobre la superficie del piso. La puesta a tierra de las guardas de las montantes debe cumplir con la Regla 314.

361. Instalación

362. Subidas de Tuberías en Poste – Requerimientos Adicionales

Ambas Reglas 361 y 362 conciernen con el efecto del aislamiento del cable y la continuidad de los conductores con respecto a actividades y fuerzas encima del terreno, incluyendo perturbaciones por congelación y tráfico peatonal y vehicular. El número y la posición de montantes en un poste pueden afectar la probabilidad de daño por las actividades del área y puede interferir con el escalamiento requerido por trabajadores de líneas.

PRECAUCIÓN: La ubicación de ménsulas de apoyo puede permitir que personal no autorizado trepe fácilmente a la estructura. La porción encima de la tierra de postes con montantes está cubierta por la Parte 2, así como por estos requerimientos. Véase los requerimientos de la Regla 217.A.2.a, sobre estructuras de soporte que son fáciles de trepar.

363. Instalaciones en Pedestal o Plataforma

Debe tenerse cuidado al efectuar el diseño y la colocación de pedestales y equipo montado en plataforma. El asentamiento de las fundaciones debajo de pedestales es una causa especial de problemas de mantenimiento o de seguridad.

De manera similar, los cables deben ser mantenidos a profundidades apropiadas de enterramiento, o deben tener protección adicional, hasta que ellos sean físicamente protegidos por el pedestal de un equipo montado en plataforma.



Sección 37

Terminales o Terminaciones de Cable de Suministro

370. Generalidades

- 370.A. Los terminales de cable serán diseñados y construidos para que cumplan con los requerimientos de la Regla 333.
- 370.B. Los terminales de los cables, que no se encuentren ubicados dentro de una cámara subterránea, un equipo montado en pedestal o recintos de protección similares, serán instalados de forma tal que las distancias de seguridad especificadas en la Parte 1 y 2 de este Código se mantengan.
- 370.C. El terminal de cable será diseñado para que limite la posibilidad de penetración de humedad al cable donde dicha penetración resulte perjudicial para el mismo.
- 370.D. Donde las distancias de seguridad entre las partes de diferente potencial sean reducidas por debajo de aquellas adecuadas, para la tensión y el nivel básico de aislamiento, se proporcionará barreras de aislamiento adecuadas o terminales totalmente aislados, a fin de cumplir con las distancias de seguridad equivalentes requeridas.
- 370.E. Las fases de un terminal o terminación multipolar, deberán estar adecuadamente separadas una de otra, aisladas y fijadas, para evitar cualquier riesgo eléctrico.
- 370.F. Los terminales instalados en ambientes muy pesados o extremadamente contaminados o de alta polución ambiental o presencia de agresividad marina, deberán poseer una línea de fuga mayor a lo normalmente requerido, por ejemplo emplear el correspondiente al nivel de tensión inmediato superior o realizar un mantenimiento más frecuente según los requerimientos del lugar.

371. Soporte de los terminales

- 371.A. Los terminales de cables deberán ser instalados de una forma tal que mantengan su posición de diseño.
- 371.B. El cable deberá ser apoyado o asegurado de manera tal, que se limite la posibilidad de la transferencia de esfuerzos mecánicos perjudiciales al terminal, el equipo o la estructura.

372. Identificación

Se deberá proporcionar una identificación adecuada del circuito para todos los terminales.

Sección 37

Terminales o Terminaciones de Cable de Suministro

370. Generalidades

371. Soporte de Terminales
372. Identificación
373. Distancias de Seguridad en Recintos de Protección o Cámaras Subterráneas
374. Puesta a Tierra

370. Generalidades

Los terminales de cable de suministro están sujetos a los requerimientos de la Regla 333 y también están sujetos a los requerimientos de distancia de seguridad de las Partes 1 y 2.

Esta regla no debería ser interpretada como que todos los terminales de cable deben ser instalados con un soporte de montaje asegurado directamente al cuerpo de los terminales. Los terminales elastoméricos generalmente no añaden suficiente peso al cable para requerir un soporte de montaje. Por esta razón, las Reglas 370.B. y 371.A. utilizan el término "instalado" en vez de "soportado o asegurado".

Los valores del medio o medios aislantes utilizados son críticos para el mantenimiento de niveles BIL apropiados. Terminales muy juntos requerirán barreras adicionales o terminales totalmente aislados.

371. Soporte en los Terminales

Uno de los problemas más comunes, y más evitables, con cables es el soporte insuficiente en los terminales. Véase la discusión de la Regla 370.

372. Identificación

Es necesaria una identificación fácil de entender para cables en buzones de inspección tanto para seguridad como para un mantenimiento eficiente. La identificación puede ser hecha mediante el uso de etiquetas de metal, de grabado en los cables, o por esquemas que muestren la posición de los cables, o por otros medios permanentes. Cuando se utilizan etiquetas con este propósito, debe utilizarse materiales resistentes al fuego y que no se corra y las marcas no deben ser fácilmente borradas. Debería utilizarse un método uniforme para instalar cables a través de todo el sistema, en la medida que sea práctico. Por ejemplo, es usual instalar cables locales de distribución de energía en los ductos superiores de un conducto. Esto facilita su identificación y permite la instalación de un ducto intermedio



Sección 38

Equipo

380. Generalidades

- 380.A. El equipo incluye:
- 380.A.1. Barras, transformadores, interruptores, etc., instalados para la operación del sistema de suministro eléctrico.
- 380.A.2. Repetidoras, bobinas de carga, etc., instaladas para la operación del sistema de comunicación.
- 380.A.3. Equipo auxiliar, tal como bombas de sumidero, salidas, etc. instalado como es requerido por los sistemas de suministro o comunicaciones.
- 380.B. Cuando el equipo se va a instalar en un buzón de inspección de uso conjunto, esto se efectuará con el acuerdo de todas las partes implicadas.
- 380.C. Las estructuras de soporte, incluyendo bastidores, ménsulas o pedestales y sus cimientos, serán diseñados para soportar todas las cargas y esfuerzos que se espera imponga el equipo apoyado, incluyendo aquellos esfuerzos ocasionados por su operación.
- 380.D. Los equipos tipo pedestal o similares, deberán instalarse a no menos de 1,2 m de los hidrantes o grifos de agua contra incendio.

381. Diseño

- 381.A. En el diseño y montaje del equipo se considerará las condiciones previstas: térmicas, químicas, mecánicas y las condiciones ambientales circundantes al equipo.
- 381.B. Todo equipo, incluyendo los dispositivos auxiliares, será diseñado para resistir los efectos de condiciones normales, de emergencia y de falla esperados durante la operación.
- 381.C. Los interruptores estarán provistos con una indicación clara de la posición de sus contactos, y las palancas o dispositivos de activación estarán claramente marcados indicando las direcciones de operación.
- RECOMENDACIÓN: Las palancas o los mecanismos de control de todos los interruptores para todo el sistema, deberán operarse en una dirección igual para abrir y en una dirección uniformemente diferente para cerrar a fin de minimizar errores.*
- 381.D. Los dispositivos automáticos o con control remoto, deberán contar con medios locales para dejar inoperables los controles remotos o automáticos, si dicha operación puede ocasionar un peligro al trabajador.

Sección 38

Equipo

380. Generalidades

381. Diseño
382. Ubicación en Estructuras Subterráneas
383. Instalación
384. Puesta a Tierra
385. Identificación

380. Generalidades

Los tipos de equipos cubiertos por las reglas de la Sección 38 están definidos en esta regla. Las características de estos equipos varían ampliamente desde un punto de vista de operación y mantenimiento así como desde un punto de vista de seguridad. Como resultado, se requiere la participación de todas las partes en un buzón de uso compartido antes de efectuarse la instalación del equipo.

381. Diseño

Al igual que los cables a los que están conectados, el equipo subterráneo y su montaje deben ser diseñados para los esfuerzos que se espera que sean impuestos en ellos por diferentes condiciones ambientales y de operación. Estas incluyen tanto condiciones normales como de emergencia, así como condiciones aplicables de falla. En este último caso, el diseño apropiado de los equipos y de su montaje limitará los efectos de una falla en el sitio sin provocar fallas catastróficas. Es de esperar que los recintos de fusibles y contactos de interruptor automático contengan o limiten el efecto de arcos, gases, u otros efectos dañinos en condiciones normales, de emergencia, o de falla, sin afectar adversamente al equipo cercano o al personal. Cuando se espera que el personal utilice herramientas para conectar o desconectar partes energizadas, se requiere distancias de seguridad o barreras apropiadas para limitar la ocurrencia de una falla de una fase a tierra o entre fases.

La operación rutinaria puede ser facilitada de manera efectiva al tener tipos uniformes de manubrios de interruptores y de direcciones de movimiento para eliminar la confusión. Puede ser crítico el proporcionar a los trabajadores indicaciones claras de posiciones de contacto de interruptores especialmente durante operaciones de emergencia.

La Regla 381.D. requiere disposiciones locales a fin de hacer inoperables los controles remotos y automáticos cuando se necesita bloquear la operación de un interruptor o de otra pieza de equipo a fin de poder efectuar un trabajo.

El propósito de la Regla 381.G. exige dos procedimientos separados para tener acceso a partes energizadas de más de 750 V. en equipo montado en pedestal. El primer procedimiento requerido es abrir una puerta o barrera que está con interruptor o que está asegurada contra un acceso no autorizado.



Sección 39

Instalación en Túneles

390. Generalidades

- 390.A. El montaje de las instalaciones de suministro y comunicaciones en túneles, deberán cumplir con los requerimientos aplicables contemplados en la Parte 3 de este Código, según sea complementado o modificado por esta sección.
- 390.B. Donde el espacio ocupado por las instalaciones de suministro o comunicaciones en túnel, sea accesible a personas no calificadas, o donde los conductores de suministro no cumplan con los requerimientos de la Parte 3 de este Código para los sistemas de cable, la instalación se llevará a cabo de acuerdo con los requerimientos aplicables de la Parte 2 de este Código.
- 390.C. Todas las partes implicadas deberán estar de acuerdo con el diseño de la estructura y los diseños propuestos para la instalación dentro de ésta.

391. Condiciones de entorno

- 391.A. Cuando el túnel sea accesible al público, o cuando los trabajadores deban entrar a la estructura para instalar, operar o dar mantenimiento a las instalaciones dentro del mismo; el diseño deberá proporcionar un ambiente seguro controlado incluyendo, donde sea necesario, barreras, detectores, alarmas, ventilación, bombas y dispositivos de seguridad adecuados para todas las instalaciones. El ambiente seguro controlado deberá incluir lo siguiente:
 - 391.A.1. Diseño para evitar una atmósfera tóxica o asfixiante.
 - 391.A.2. Diseño para proteger a las personas de las tuberías presurizadas, del fuego, de la explosión y de las altas temperaturas.
 - 391.A.3. Diseño para evitar condiciones inseguras debido a tensiones inducidas.
 - 391.A.4. Diseño para limitar la posibilidad de peligros debido a inundaciones.
 - 391.A.5. Diseño para asegurar la salida; se proporcionará dos direcciones de salida para todos los puntos en los túneles.
 - 391.A.6. Espacio de trabajo, de acuerdo con la Regla 323.B, el cual estará limitado a no menos de 600 mm desde el espacio de operación vehicular, o desde las partes móviles y expuestas de la maquinaria.
 - 391.A.7. Guardas diseñadas para proteger a los trabajadores de peligros debido a la operación de vehículos u otra maquinaria en los túneles.

Sección 39

Instalación en Túneles

390. Generalidades

391. Condiciones de Entorno

390. Generalidades

La Sección 39 es un suplemento a los requerimientos de las Partes 2 y 3. Tipicamente las instalaciones involucradas en construcciones subterráneas, especialmente las partes energizadas, no son accesibles al público. Estas partes están bajo llave en equipo o cámaras, etc. Sin embargo, en casos raros, tales como en áreas de túneles, personal no calificado para estar alrededor del equipo puede tener acceso al área. En tales casos, los requerimientos aplicables de la Parte 2, tales como distancias aéreas de seguridad, también se aplicarán. Tales como en buzones de inspección de uso compartido, se requiere el acuerdo entre todas las partes para el equipo que va ser instalado en ese lugar, pero esta regla va más allá por incluir el diseño de la estructura y el diseño de la instalación dentro del túnel.

391. Condiciones de Entorno

Los túneles son generalmente lugares especiales y con múltiples empresas ocupantes que requieren una atención especial y una extensión de los requerimientos de las instalaciones relacionadas. Esta regla describe en detalle el impacto en componentes de empresas de servicio público y en los trabajadores en relación a los peligros creados por otras empresas que ocupan los túneles y viceversa.



Parte 4

Reglas para la Operación de Líneas de Suministro Eléctrico y Comunicaciones y Equipos

Sección 40

Objetivo y Alcance de las Reglas

400. Objetivo

El objetivo de la Parte 4 de este Código es proporcionar reglas prácticas de trabajo, como medio de protección contra daños a trabajadores y público.

401. Alcance

La Parte 4 de este Código se aplica a las reglas de trabajo que se deberán cumplir en la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de suministro eléctrico y comunicaciones.

Estas reglas se complementan con las normas indicadas en el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas, del Ministerio de Energía y Minas.

402. Secciones de referencia

La Introducción (Sección 1), Terminología Básica (Sección 2) y los Métodos de Puesta a Tierra (Sección 3) de este Código, se aplicarán a los requerimientos de la Parte 4.

Parte 4

Reglas para la Operación de Líneas de Suministro y Comunicaciones y Equipos

Sección 40

Objetivo y Alcance de las Reglas

400. Objetivo

401. Alcance

402. Secciones de Referencia

Las primeras propuestas para los requerimientos del Código fueron las reglas de operación. Se reconoció que, aunque el trabajo seguro requiere que los equipos y las líneas sean ubicados en un lugar apropiado, no se puede sustituir la capacitación, procedimientos de operación, herramientas y supervisión adecuados.

A diferencia de las reglas de construcción de las Partes 1, 2 y 3, las cuales aplican a las instalaciones existentes, se requiere que las reglas de trabajo de la Parte 4 sean utilizadas en conjunto con todas las instalaciones, antiguas o nuevas.

Sección 40: Objetivo y Alcance

La Sección 40 es similar a las Secciones 10, 20, y 30 y por lo tanto, no es trascendental a no ser para recordar al lector que estas reglas de trabajo, como las demás reglas del Código, se aplican a la instalación, operación y mantenimiento tanto de los sistemas de servicio de suministro eléctrico y comunicaciones públicos como privados. Tal vez sea importante indicar que, en la Regla 400 se deben tomar todas las medidas razonables, pero no se pretende requerir que las medidas no razonables cumplan con las reglas de trabajo contenidas en el presente documento.

Estas reglas se basan en los resultados de innumerables horas de buenas y malas experiencias de aquellos que trabajan con instalaciones de suministro eléctrico y comunicaciones.

Desdichadamente, no es posible para un empleador prevenir cada accidente. Sin embargo, es conveniente para los empleadores (a) capacitar a sus empleados con métodos de seguridad para la planificación y ejecución de trabajos en estas instalaciones o alrededor de las mismas, (b) proporcionar a los empleados adecuadas herramientas, equipos y dispositivos de protección personal para el trabajo que se va a realizar y (c) proporcionar una supervisión apropiada para las solicitudes requeridas.

La máxima responsabilidad recae, y debe recaer, en los propios trabajadores para que utilicen la capacitación, equipos, herramientas y dispositivos de protección proporcionados. En el análisis final, son los propios trabajadores quienes (a) tienen el control de sus deberes, planificación, control y movimiento en cualquier lugar de trabajo y (b) deben identificar los peligros potenciales en cada lugar de trabajo, planificar sus secuencias de trabajo para desenergizar o cubrir las partes o



Sección 41

Sistemas de Suministro y Comunicaciones Reglas para las Empresas

410. Requerimientos generales

NOTA: El término empresa se refiere a la empresa de servicio público, es decir, al titular, véase la Sección 2. Terminología Básica.

Asimismo, y en general toda instalación eléctrica, indistinto a la naturaleza de su propiedad (generación transmisión, distribución), debe cumplir con las indicaciones del presente código.

410.A. Generalidades

En todo lo que sigue se deberá entender que la responsabilidad por el debido cumplimiento de las reglas, recaerá sobre la empresa, sea que ésta realice los trabajos directamente con su personal, o que los trabajadores sean contratados directa o indirectamente por contratistas externos.

- 410.A.1. La empresa deberá informar a cada trabajador con respecto a las reglas de seguridad pertinentes.
- 410.A.2. La empresa proporcionará a cada trabajador una copia del Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas vigente.
- 410.A.3. La empresa proporcionará capacitación a cada uno de sus trabajadores que laboren en las proximidades de instalaciones energizadas. La capacitación incluirá información sobre los riesgos del arco eléctrico, y las ventajas y limitaciones de los diversos tipos, combinaciones y materiales de vestimenta. Deberá asegurarse que cada uno de sus trabajadores, esté calificado y autorizado para atender las exigencias de rutina del trabajo.
- 410.A.4. La empresa deberá utilizar procedimientos adecuados para asegurar el entendimiento y cumplimiento de estas reglas.

410.B. Procedimientos de emergencia y reglas de primeros auxilios

- 410.B.1. Los trabajadores deberán ser capacitados sobre los procedimientos que deberán seguirse en caso de que ocurra alguna emergencia, así como de las reglas de primeros auxilios, incluyendo los métodos aprobados de reanimación. Copias de dichos procedimientos y reglas deberán mantenerse en ubicaciones visibles en vehículos y lugares donde el número de trabajadores o la naturaleza del trabajo lo justifique.
- 410.B.2. Los trabajadores que laboren en equipos y líneas de suministro eléctrico o comunicaciones, o ambas, deberán recibir instrucciones de manera regular respecto a los métodos de primeros auxilios y los métodos de emergencia,

Sección 41

Sistemas de Suministro y Comunicaciones – Reglas para las Empresas

410. Requerimientos Generales

411. Métodos y Medios de Protección

Sección 41: Sistemas de Suministro y Comunicaciones – Reglas para las empresas

El Código reconoce la responsabilidad de los empleadores de personas contratadas para la instalación, operación y mantenimiento de líneas de suministro eléctrico y comunicación para proporcionar a aquellos empleados capacitación, equipos y herramientas, y supervisión que sean adecuados para el trabajo previsto en condiciones esperadas.

Asimismo, el Código reconoce que, para cumplir con sus responsabilidades, los empleadores deben designar personal apropiado para responsabilizarse de ciertas actividades. Los requerimientos para designar dicho personal se encuentran en la Sección 41. Las responsabilidades de los empleados designados se encuentran en las Secciones 42, 43 y 44, según sea aplicable.

El Código no es específico en forma intencional para todos los tipos de dispositivos de protección que el empleador debe suministrar a sus trabajadores. Por lo general, estos asuntos son tan específicos del lugar de trabajo que resulta poco práctico citar su especificación. Cabe señalar que las normas reconocidas para los dispositivos y equipos de protección se indican en la Sección 3 del Código.

410 Requerimientos Generales

La Regla 410 exige que los empleadores utilicen procedimientos positivos para asegurar el cumplimiento de las reglas por parte de los empleados. Por lo general, esto consiste en la capacitación, supervisión y verificación de los conocimientos del empleado. Se reconoce que el Código se aplica al trabajo que involucra a seres humanos, aunque la capacitación, herramientas y supervisión apropiadas pueden limitar la ocurrencia de accidentes, no puede impedir que un empleado poco atento realice actos imprevistos e inesperados que den como resultado accidentes. Los empleadores deben instruir a sus empleados que trabajan cerca de instalaciones energizadas expuestas sobre las ventajas y limitaciones de los diversos tipos, combinaciones y materiales la vestimenta que se debe utilizar. Ya que se están perfeccionando y sometiendo a pruebas nuevos materiales sobre bases actuales, este requerimiento es por naturaleza general. Ver la discusión de la Regla 420.

Asimismo, la Regla 411 reconoce que en muchos casos se puede disminuir sustancialmente los efectos perjudiciales provocados por accidentes tomando oportunamente medidas apropiadas de primeros auxilios y rescate.

411 Métodos y Dispositivos (medios) de Protección



Sección 42

Reglas Generales para los Trabajadores

420. Precauciones personales generales

420.A. Reglas y métodos de emergencia

- 420.A.1. Los trabajadores deberán conocer perfectamente las reglas de seguridad, y pueden ser evaluados en cualquier momento –por la autoridad o la empresa- para demostrar sus conocimientos sobre las reglas.
- 420.A.2. Los trabajadores deberán tener la habilidad en las técnicas de primeros auxilios, la extinción de incendios y labores de rescate en los trabajos que desarrolla.

420.B. Funciones y responsabilidades de los trabajadores

- 420.B.1. Los trabajadores, cuyos deberes requieren el desempeño de su labor en las proximidades de equipos o líneas energizadas, deberán ejecutar sólo aquellas tareas para las cuales han sido capacitados, equipados, autorizados. Los trabajadores que no tengan experiencia deberán (a) trabajar bajo la dirección de un trabajador experimentado y calificado en el lugar de la obra y, (b) ejecutar sólo tareas dirigidas.
- 420.B.2. En caso que un trabajador tenga dudas acerca de la ejecución segura de cualquier tarea asignada, deberá solicitar instrucciones al supervisor o al trabajador encargado. En caso de persistir la duda, deberá detener la ejecución de la tarea.
- 420.B.3. Los trabajadores que por lo general no laboren en las proximidades de las líneas y equipos de suministro eléctrico, pero cuyo trabajo los lleve a ingresar a estas áreas para realizar ciertas tareas, deberán proceder con este trabajo sólo si es que son supervisados por una persona calificada.

420.C. Medidas de protección para el trabajador y otros

- 420.C.1. Los trabajadores deberán prestar atención a los carteles, avisos y señales de seguridad, y advertir a aquellos que se encuentren en peligro, o en las proximidades de los equipos o líneas energizados.
- 420.C.2. Los trabajadores deberán informar de inmediato a su supervisor inmediato lo siguiente:
- 420.C.2.a. Defectos de la línea o equipo, tales como cables anormalmente flojos, aisladores rotos, postes con fisuras, rajados o deteriorados, o soportes de lámpara rotos.
- 420.C.2.b. Objetos accidentalmente energizados, tales como por ejemplo: tuberías, conductos, artefactos de iluminación o retenidas, muretes o paredes.

Sección 42

Reglas Generales para los Trabajadores

420. Precauciones Personales Generales

421. Rutinas Generales de Operación
422. Procedimientos de Operación en Líneas Aéreas
423. Procedimientos de Operación de Líneas Subterráneas

La Sección 42 incluye las reglas generales de trabajo que deben acatar todos los empleados mientras trabajan en o cerca de líneas y equipos de sistemas de servicios de suministro eléctrico o comunicaciones públicos o privados. Estas reglas incluyen las responsabilidades específicas de aquellas personas designadas por el empleador para que desempeñen funciones de control o supervisión, así como también las responsabilidades de los trabajadores individuales.

Los requerimientos para los trabajadores también se aplican al personal de supervisión que desempeña dichas funciones.

420. Precauciones Personales Generales

420.A. Reglas y Métodos de Emergencia

Para lograr el cumplimiento seguro y adecuado del trabajo asignado, los empleados deben comprender las reglas de seguridad que se deben aplicar cuando ejecuten diversos métodos de trabajo utilizados para culminar con las tareas requeridas. Estas reglas incluyen la identificación de métodos, secuencias de trabajo, precauciones, inspecciones, pruebas y otros procedimientos que se deben emplear, así como también la aplicación correcta de las herramientas, equipos y dispositivos de protección adecuados.

El diseño de las reglas de seguridad tiene en cuenta las condiciones de trabajo esperadas y la protección adecuada para los empleados y equipos que podrían preverse para el trabajo proyectado. Por ejemplo, la Regla 445 del Código requiere que un empleado que realiza conexiones de protección a tierra, asuma que, aunque una prueba haya determinado que no existe ninguna tensión, la parte anteriormente energizada puede aún estar energizada a algún potencial de tensión, incluyendo su tensión normal de operación o alguna tensión diferente. Dicha parte puede energizarse por inadvertencia sin que los empleados sean responsables. De esta manera, se requiere que el empleado utilice manijas aisladas u otros dispositivos adecuados para mantener la distancia o el nivel de aislamiento apropiados cuando realice todas conexiones de la parte anteriormente energizada.

El cumplimiento de las reglas de seguridad limitará la posibilidad de daños a los equipos o la puesta en peligro de los trabajadores o el público debido a las acciones de trabajo empleadas. Sin embargo, no es posible eliminar todas las fuentes de los problemas potenciales y, a pesar de los mejores esfuerzos de los empleados involucrados, los accidentes pueden ocurrir.



Sección 43

Reglas Adicionales para los Trabajadores de Comunicaciones

430. Generalidades

Los trabajadores de comunicaciones deberán cumplir las siguientes reglas además, de las reglas indicadas en la Sección 42.

431. Acercamiento a conductores o partes energizadas

431.A. Ningún trabajador deberá acercarse o tomar algún objeto conductor, dentro de las distancias a partes energizadas expuestas indicadas en la Tabla 431-1. Salvo que use los implementos de seguridad para la tensión empleada.

431.B. Altitud de corrección

Las distancias dadas en la Tabla 431-1 deberán ser usadas para altitudes menores de 900 m. Los factores de corrección indicados en la Tabla 441-5 deben ser aplicados para altitudes mayores. Estos factores de corrección por altitud deben ser aplicados sólo al componente eléctrico de la mínima distancia de acercamiento.

Tabla 431-1

Distancias de acercamiento del equipo y líneas de suministro aéreas a las partes energizadas expuestas
(Véase la Regla 431 en su totalidad)

Rango de Tensiones (fase a fase, valores eficaces) ¹	Distancia al trabajador de comunicaciones fase a tierra (altitud hasta 3 600 m.s.n.m.) (m)		
0 V a 50 V ²	No especificada Evitar contacto		
51 V a 300 V ²	0,35		
301 V a 750 V ²	0,65		
751 V a 15,0 kV	0,95		
15,1 kV a 36,0 kV	1,05		
36,1 kV a 46,0 kV	1,25		
Rango de Tensiones (fase a fase, valores eficaces) ¹	Altitud (m)		
	Hasta 900	901 a 1 800	1800 a 3 600
72,6 kV a 121 kV	1,45	1,50	1,65
121,1 kV a 169 kV	1,75	1,85	2,05
169,1 kV a 362 kV	3,70	3,95	4,50
362,1 kV a 800 kV	7,20	7,75	8,85

Sección 43

Reglas Adicionales para los Trabajadores de Comunicaciones

- 430. Generalidades
- 431. Acercamiento a Conductores o Partes Energizadas
- 432. Estructuras de Uso Común
- 433. Trabajador de Apoyo, Ubicado en la Superficie de un Buzón de Inspección y Excavaciones Profundas
- 434. Continuidad de las Cubiertas

La mayoría de los requerimientos de seguridad para los trabajadores de comunicaciones están incluidos en la Sección 42. Estos requerimientos adicionales para trabajadores de comunicaciones tratan problemas potenciales que se originan al trabajar cerca de instalaciones de suministro. Los requerimientos de la Sección 43 son adicionales a aquellos de la Sección 42 y se aplican solamente a empleados trabajando en instalaciones de comunicaciones ubicadas en el espacio de comunicaciones. Véase la Sección 44 sobre los requerimientos adicionales para trabajadores de suministro trabajando en el espacio de suministro. Cabe remarcar que la Regla 224.A.1 prohíbe que los trabajadores de comunicaciones trabajen en el espacio de suministro a menos que ellos (1) estén calificados para hacerlo, (2) utilicen las reglas de trabajo de los empleados de suministro, y (3) tengan permiso de la empresa de suministro para hacerlo.

Las distancias de acercamiento a partes energizadas requeridas para trabajadores de comunicaciones totalmente entrenados son similares, pero generalmente ligeramente mayores, que aquellas requeridas para los trabajadores de suministro. Los rangos de tensión en la Tabla 431-1 son fase a fase, a menos que de indique de otra manera.

Antes de trepar a postes de uso compartido, se requiere ubicarse cuidadosamente para mantener las distancias de seguridad durante el trabajo.

No se tiene el propósito de que los trabajadores de comunicaciones trepen o trabajen al nivel del conductor de suministro eléctrico de menor tensión a menos que se tomen previsiones especiales, tales como la instalación de guardas o de barreras protectoras, para limitar la posibilidad de un contacto eléctrico inadvertido.

Cuando los cables de suministro están dentro de buzones de inspección de uso compartido, se requiere que un empleado permanezca en la superficie a fin de brindar ayuda ante la ocurrencia de una falla en un cable de suministro que involucre al personal en el buzón de inspección.

Debido a la importancia de la continuidad de la cubierta de un cable para la seguridad y la operación satisfactoria del cable, se requiere algunos medios de asegurar la continuidad de la cubierta cuando se trabaje en un cable subterráneo. Se debería efectuar una verificación de que todas las puestas a tierra estén intactas y conectadas, dado que ellas proporcionan protección en el caso que ocurra una falla en la vecindad durante el curso de las actividades de los trabajadores de comunicaciones.



Sección 44

Reglas Adicionales para los Trabajadores de Suministro

440. Generalidades

Los trabajadores de suministro deberán cumplir con las reglas que se indican en la Sección 42 y las indicadas a continuación.

441. Conductores o partes energizadas

Los trabajadores no se acercarán, y no permitirán a otros acercarse, a cualquier parte no puesta a tierra, expuesta y normalmente energizada, a excepción de lo que esta regla permite.

441.A. Distancia mínima de acercamiento a partes con tensión

441.A.1. Generalidades

Los trabajadores no se acercarán o no llevarán ningún objeto conductor dentro de las distancias a partes expuestas que funcionen a tensiones que se indican en la Tabla 441-1 o Tabla 441-4, a menos que se cumpla con lo siguiente:

441.A.1.a. La línea o sus partes, estén desenergizadas y puestas a tierra según la Regla 444.D.

441.A.1.b. El trabajador se encuentre aislado de la línea o de la parte energizada. Los equipamientos de protección eléctrica aislados para dicha tensión, tales como herramientas, guantes, guantes de goma, o guantes con mangas de goma, zapatos con planta dieléctrica deberán ser considerados como aislamiento efectivo de las partes energizadas que se están trabajando.

441.A.1.c. La línea o sus partes energizadas están aisladas del trabajador y de cualquier otra línea o parte a un potencial diferente.

441.A.2. Precauciones para el acercamiento - tensiones de 51 V a 300 V

Los trabajadores no entrarán en contacto con las partes energizadas expuestas que estén funcionando de 51 V a 300 V, a menos que se cumpla con las disposiciones de la Regla 441 A1.

441.A.3. Precauciones para el acercamiento - tensiones de 301 V a 72,5 kV

A tensiones de 301 V a 72,5 kV, los trabajadores deberán estar protegidos de las diferencias de potencial eléctrico de fase a fase y de fase a tierra:

441.A.3.a. Cuando en el área de trabajo, y zona cercana a ella, donde los conductores o sus partes, se encuentren expuestos, se deberá disponer su protección o aislamiento.

Sección 44

Reglas Adicionales para los Trabajadores de Suministro

440. Generalidades

441. Conductores o Partes Energizadas

442. Procedimientos para el Control de Maniobras

443. Trabajo en Líneas y Equipos Energizados

444. Desenergización de Equipos o Líneas para Proteger a los Trabajadores

445. Puestas a Tierra de Protección Temporal (Véase el Anexo A)

446. Trabajo con Tensión (Trabajo en Caliente)

440. Generalidades

Las reglas generales para trabajadores de suministro y de comunicaciones están contenidas en la Sección 42. Estas reglas adicionales tratan sobre los requerimientos especiales para trabajar en o en la vecindad de instalaciones energizadas de suministro. Un énfasis particular se da a las distancias de acercamiento a ser mantenidas desde superficies de potencial diferente cuando el personal no está aislado de tales diferencias de potencial, a las secuencias a seguirse para el control de la energización y al trabajo con líneas y equipo. Entre los empleados de suministro se incluye a los empleados de las empresas de servicio público y a los del contratista que efectúan los trabajos cubiertos por estas reglas en o cerca a instalaciones de suministro o en el espacio de suministro. Véase la Sección 43 para reglas adicionales que se aplican a trabajadores de comunicaciones que trabajan solamente en el espacio de comunicaciones. La Sección 44 también se aplica a trabajadores de comunicaciones trabajando en las instalaciones de comunicaciones ubicadas en el espacio de suministro si lo permite la Regla 224.A.1. Para hacer eso, los trabajadores de comunicaciones deben estar calificados para trabajar en el espacio de suministro, deben respetar todas las reglas de trabajo de suministro, y deben obtener el permiso de la empresa de suministro para trabajar en su espacio.

441. Conductores o Partes Energizadas

El propósito de esta regla es asegurar que los empleados no estarán simultáneamente en contacto con dos superficies con potenciales significativamente diferentes por ejemplo 50 V. Esto requiere ya sea (a) que se mantengan las distancias requeridas de acercamiento del cuerpo (y de partes conductivas en contacto con el cuerpo) de partes a potenciales diferentes, o (b) que se utilice aislamiento entre el empleado y el elemento a diferente potencial de tensión.

Otras áreas de la Sección 44 contienen los requerimientos a cumplirse si partes normalmente energizadas son consideradas con desenergizadas.

Las distancias de acercamiento de esta regla están basadas en informaciones sobre arcos de descarga eléctrica. Las distancias de acercamiento están basadas en un consenso de normas. La publicación IEEE Std. 516, Guía IEEE para Métodos de



ANEXO A

GUÍA PRACTICA DE SEGURIDAD DE INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA TEMPORAL

ÍNDICE

PRÓLOGO	321
INTRODUCCIÓN	321
DEFINICIONES	323
SECCIÓN I	
GENERALIDADES	329
100 Ejecución segura del trabajo	
101 Personal capacitado	
102 Planificación del trabajo	
103 Trabajo en equipo	
104 Métodos de trabajo	
SECCIÓN II	
APLICACIÓN DE PUESTAS A TIERRAS TEMPORALES A LÍNEAS AÉREAS	330
200 Peligros de las líneas aisladas (seccionadas)	
201 Puesta a tierra de los sistemas de líneas aéreas - Generalidades	
202 Preparación de la puesta a tierra temporal de líneas aéreas	
203 Instalación de tierra temporal de un circuito aéreo conectado en estrella (Y)	
204 Instalación de tierra temporal de un circuito aéreo conectado en delta	
205 Sustento de la puesta a tierra para el personal que utiliza barras de pantalla electrostática de puesta a tierra	
206 Aplicaciones de puesta a tierra temporal para el personal en áreas urbanas; neutro del sistema de conexión múltiple a tierra	
207 Aplicaciones de puesta a tierra temporal para el personal en áreas rurales; neutro del sistema sin conexión múltiple a tierra	
208 Sondas de tierra	
209 Preparación de la puesta a tierra temporal para el personal de líneas aéreas	
210 Instalación de tierra temporal para el personal de circuitos aéreos	
211 Puesta a tierra para el personal para el trabajo desde un dispositivo aéreo	
SECCIÓN III	
PUESTA A TIERRA TEMPORAL DE VEHÍCULOS	354
300 Tierra de los vehículos - Generalidades	
301 Equipo de puesta a tierra de vehículos	
302 Aislamiento Completo contra puesta a tierra temporal de vehículos	
SECCIÓN IV	
TAPETES DE CONTROL DE LA GRADIENTE DE TIERRA	361
400 Generalidades	
401 Tensión de paso	
402 Tensión de toque	
403 Descripción del tapete de control de la gradiente de tierra	

DOCUMENTO GUÍA (Informativo) - Actualizado a Diciembre 2007