

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	
	PRC 2020	VERSIÓN: 1

Tabla de Contenido

	<i>Pág.</i>
1 OBJETO.....	5
2 ALCANCE	5
3 NORMATIVIDAD DE REFERENCIA	6
4 SEGURIDAD EN TRABAJOS CON REDES ELÉCTRICAS	7
4.1 PRÁCTICAS EN DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	7
4.1.1 Señales de Seguridad	7
4.1.2 Reglas de Oro.....	9
4.1.3 Maniobras	9
4.1.4 Verificación en el Lugar de Trabajo	12
4.1.5 Dotación de Ropa, Calzado de Trabajo y Elementos de Protección Personal	13
4.1.6 Levantamiento de Cargas Pesadas	14
4.1.7 Transporte de Equipos y Materiales	15
4.1.8 Protección del Público	16
4.1.9 Trabajo en Altura	17
4.1.10 Desconexión de Seccionadores y Cortacircuitos	24
4.1.11 Conexión de Contadores y de Transformadores de Corriente.....	24
4.1.12 Trabajos en Alumbrado Público	24
4.1.13 Puesta a Tierra	25
4.1.14 Poda de Árboles	25
4.1.15 Uso de Extintores	29
4.1.16 Primeros Auxilios	29
4.1.17 Reportes de Daños y de Condiciones Peligrosas	29
5 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE TRABAJO	29
5.1 HERRAMIENTAS MANUALES	30
5.2 HERRAMIENTAS DEL GRUPO DE TRABAJO	30
5.2.1 Cintas Métricas Metálicas.....	31
5.2.2 Cintas Métricas de Lona o de Plástico	31

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	
	PRC 2020	VERSIÓN: 1

5.2.3	Herramientas para Apertura de Huecos	31
5.2.4	Escaleras	31
5.2.5	Bolsa de Herramientas	32
5.2.6	Seguetas	32
5.2.7	Equipos de Tensionado	32
5.2.8	Portacarretes	32
5.3	RECOMENDACIONES PARA EL CUIDADO DE HERRAMIENTAS	33
6	PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN EN REDES AÉREAS	33
6.1	APOYOS	34
6.1.1	Excavaciones para Hincado de Postes	34
6.1.2	Manipulación de Postes	34
6.1.3	Izaje de Postes en Sitio	35
6.2	RETENIDAS	36
6.2.1	Anclaje de Postes	36
6.2.2	Construcción de Retenidas	37
6.3	CONJUNTOS	38
6.3.1	Conjuntos de Media Tensión	39
6.3.2	Conjuntos de Baja Tensión	40
6.4	CONDUCTORES PARA REDES AÉREAS	41
6.4.1	Conductores de Media Tensión	41
6.4.2	Conductores de Baja Tensión	45
6.5	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y MEDICIÓN	49
6.5.1	Cortacircuitos	49
6.5.2	Descargadores de Sobretensiones	50
6.5.3	Medición de Energía en Media Tensión	50
6.5.4	Medición de Energía en Baja Tensión	51
7	PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN EN REDES SUBTERRÁNEAS	52
7.1	ASPECTOS ESPECÍFICOS DE OBRAS CIVILES	52
7.1.1	Canalizaciones	52
7.1.2	Cámaras de Baja Tensión	54



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

7.1.3	Cámaras de Media Tensión.....	54
7.2	CONDUCTORES PARA REDES SUBTERRÁNEAS	55
7.2.1	Tendido	55
7.2.2	Derivaciones y Acometidas	59
7.2.3	Conexiones	59
7.2.4	Identificación Conductores de Baja Tensión	60
7.2.5	Transposición de Conductores de Media Tensión	60
8	PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	61
8.1	LUMINARIAS	61
8.2	PROYECTORES	62
8.3	ACCESORIOS	63
9	PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN PARA INSTALACIÓN DE PLANTAS DE EMERGENCIA.....	63

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	
	PRC 2020	VERSIÓN: 1

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1. Normatividad de referencia	6
---	---

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1. Transposición de cables para circuitos subterráneos en media tensión con longitud igual o mayor a 500 metros	61
--	----



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

1 OBJETO

Las Empresas Municipales de Cali, **EMCALI E.I.C.E. E.S.P.**, con el propósito de garantizar la más alta calidad de sus servicios a todos sus clientes, particularmente en el servicio de energía, ha decidido realizar el proyecto de actualización de las Normas Técnicas de Energía Eléctrica, liderado por la Gerencia de Energía a través de la Unidad Estratégica de Negocio de Energía - UENE.

En este capítulo se desarrollará la actualización de la norma de Procedimientos Constructivos, enfocándose en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, según lo dispuesto por el Ministerio de Minas y Energía, en su última actualización.

2 ALCANCE

El alcance del presente documento dejar establecidos unos principios generales relativos a los trabajos de construcción de redes eléctricas en media y baja tensión que sirvan a los diferentes agentes que en ellos intervienen como guía para la planeación, realización y supervisión de las tareas específicas en un medio relativamente hostil como son las vías públicas y frente a riesgos potenciales como la exposición a diferentes niveles de tensión, la altura en que se trabajan algunos aspectos de la construcción de redes eléctricas y el transporte y la manipulación de herrajes, materiales y equipos pesados, punzantes y/o afilados, etc.

La construcción de redes eléctricas en media y baja tensión implica el conocimiento y la práctica de:

- a) Los fundamentos de la electricidad.
- b) Las normas de diseño y de materiales.
- c) Los ordenamientos de la planeación de los trabajos.
- d) Los procedimientos constructivos apropiados.
- e) Las reglas de seguridad.

Con el conocimiento de estos principios fundamentales es posible entender los propósitos de la construcción y deducir de manera lógica las causas y los efectos de todo el proceso.

A continuación, se presentan los aspectos más relevantes que deben tenerse en cuenta durante la construcción de redes eléctricas exteriores (aéreas y subterráneas) en media y en baja tensión, considerando que el personal que realizará dichas actividades es apta físicamente y competente (formación, capacitación, entrenamiento y experiencia) en el conocimiento de la electrotecnia y los riesgos asociados a la electricidad.

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	
	PRC 2020	VERSIÓN: 1

3 NORMATIVIDAD DE REFERENCIA

A menos que se especifique otra cosa, todos los trabajos de montaje electromecánico y los demás trabajos ejecutados por el Contratista de redes eléctricas, estarán de acuerdo con los reglamentos, requerimientos y demás disposiciones aplicables legales vigentes (sus modificaciones y actualizaciones), de las revisiones de las siguientes normas:

Tabla 1. Normatividad de referencia

Ítem	Norma / Entidad	Descripción
1.	RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
2.	NTC 2050	Código Eléctrico Colombiano
3.	Resolución 1348 de 2009 Ministerio de la Protección Social	Por la cual se adopta el Reglamento de Salud Ocupacional en los Procesos de Generación, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica en las empresas del sector eléctrico
4.	Resolución 1409 de 2012 Ministerio del Trabajo	Por la cual se establece el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas
5.	Resolución 03368 de 2014 Ministerio de Trabajo	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1409 de 2012 y se dictan otras disposiciones
6.	NTC 1461	Higiene y Seguridad. Colores y Señales de Seguridad
7.	NTC 3324	Higiene y Seguridad. Generalidades. Recomendaciones Para la Organización, el Entrenamiento y los Equipos de Brigadas Contra Incendios, Privadas
8.	NTC 3279	Grados de Protección dados por Encerramientos de Equipo Eléctrico (Código IP)
9.	NTC 1523	Higiene y Seguridad. Cascos de Seguridad Industrial
10.	NTC 1771	Higiene y Seguridad. Protectores de Ojos. Vocabulario
11.	NTC 2037	Requisitos de Seguridad para Sistemas. Subsistemas y Componentes Personales de Detención de Caídas
12.	NTC 2021	Higiene y Seguridad. Cinturones de Seguridad
13.	NTC 2219	Higiene y Seguridad. Guantes Aislantes de Electricidad
14.	NTC 2396	Calzado de Seguridad, Calzado de Protección y Calzado de Trabajo para Uso Profesional
15.	NTC 2835	Higiene y Seguridad. Protectores Dieléctricos para Calzado. Especificaciones
16.	DAGMA - Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente	Manual de Podas para el Arbolado Urbano de Santiago de Cali



4 SEGURIDAD EN TRABAJOS CON REDES ELÉCTRICAS

4.1 PRÁCTICAS EN DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La construcción, ampliación o remodelación de toda instalación eléctrica debe ser dirigida, supervisada y ejecutada directamente por profesionales competentes, que según la ley les faculte para ejecutar esa actividad.

Los sitios de trabajo en altura o en tierra son asignados por un supervisor, quien define de manera coordinada y armónica las labores que se han de desarrollar.

Cada trabajador es responsable de sus labores principales o auxiliares y en todo momento debe velar por su seguridad la de sus compañeros y la del público en general.

El grupo de linieros debe reconocer el área e identificar los flujos de tránsito de vehículos y peatones y las zonas restringidas necesarias para el correcto desempeño de las labores, coordinando lo pertinente con las autoridades locales para lograr las menores interferencias posibles.

En el área de trabajo se deben acomodar los equipos y distribuir el material y herramientas de tal manera que se faciliten las labores, todo ello dentro de las condiciones de seguridad requeridas en el sitio.

Los métodos básicos de trabajo son en redes desenergizadas o en tensión. Para garantizar la seguridad del operario, en ningún caso el mismo operario debe alternar trabajos en tensión con trabajos en redes desenergizadas.

4.1.1 Señales de Seguridad

Para la construcción de redes eléctricas, la ejecución de trabajos eléctricos o en zonas de operación de máquinas, equipos o instalaciones que impliquen un riesgo potencial se deben utilizar señales de seguridad estableciendo normas y conceptos técnicos apropiados, que se incorporan al desarrollo del proyecto independiente de su importancia o magnitud, con el objeto de prevenir el riesgo de accidentes y hacer ágil y expedito el tránsito de los usuarios, procurando reducir las molestias en su desplazamiento por las vías.

Las diversas características de cada construcción y la variedad de condiciones que se pueden presentar, impiden establecer una secuencia estricta y única de dispositivos y normas. En todo caso la realización de obras que afecte la normal circulación del tránsito, deberá ser concordante con las especificaciones técnicas utilizando :



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

- Señales preventivas cuyo objeto es advertir a los usuarios sobre los peligros potenciales o de cierre parcial o total de la vía, estas deben instalarse a una distancia prudencial que anticipe el área de inicio de la obra
- Señales reglamentarias se requieren en situaciones particulares de ubicación de la obra. Si en tales condiciones son necesarias medidas de reglamentación diferentes a las existentes en sitio estos dispositivos reglamentarios permanentes se removerán o se cubrirán adecuadamente y se reemplazarán por los que resulten apropiados para las nuevas condiciones del tránsito
- Señales informativas, estas se utilizarán en la ejecución de obras, con el fin de indicar con anterioridad la distancia de el trabajo que se realiza.

Para claridad en lo métodos de señalización de las vías del entorno a las obras consultar la página del ministerio de transporte, <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial>.

Al interior de la obra se deben delimitar demarcando las zonas de trabajo para evitar que personas o vehículos tengan acceso y se expongan a sufrir accidentes. Entre las señales de prevención se pueden tener carteleras, cintas, luces, banderas, conos reflectores, barreras, entre otras.

Dichas demarcación deben ser colocadas ordenadamente y debidamente soportadas para indicar los límites de la zona de trabajo, dejando distancias variables según el lugar y las circunstancias pero siempre dentro del criterio de que sirva de prevención suficientemente anticipada para vehículos y peatones.

Para la señalización al interior de la obra se instalaran señales de seguridad con el fin de transmitir mensajes de precaución, prohibición, obligación, información, salvamento o socorro, estos serán en forma clara, y de fácil entendimiento para todos, sus dimensiones, forma y colores se ajustaran a los requisitos del RETIE en su Artículo 6.2.

En horas nocturnas se emplearán luces intermitentes colocadas estratégicamente y con potencia lumínica suficiente para ser apreciadas a distancia.

En caso de ser necesario por rapidez y facilidad de transmisión de la información, se deberán utilizar señales acústicas. Estas señales deben tener un nivel sonoro superior al ambiental para que se puedan oír fácilmente, sin llegar a ser molestas, tales como sirenas, pitos, gritos de advertencia, etc. Su duración debe ser limitada en el tiempo estrictamente necesario. Se utilizan preferentemente para advertir peligro en casos de evacuación de urgencia, presencia de fuego, presencia de gases tóxicos o radiaciones ionizantes.



4.1.2 Reglas de Oro

Los trabajos que deban desarrollarse con las redes o equipos desenergizados, deben cumplir las siguientes “Reglas de oro”:

- a. **EFECTUAR EL CORTE VISIBLE DE TODAS LAS FUENTES DE TENSIÓN**, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo.
- b. **CONDENACIÓN O BLOQUEO**, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando “No energizar” o “prohibido maniobrar” y retirar los portafusibles de los cortacircuitos. Se llama “condenación o bloqueo” de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.
- c. **VERIFICAR AUSENCIA DE TENSIÓN EN CADA UNA DE LAS FASES**, con el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.
- d. **PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO DE TODAS LAS POSIBLES FUENTES DE TENSIÓN QUE INCIDAN EN LA ZONA DE TRABAJO**. Es la operación de unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.

Cuando dos o más trabajadores o cuadrillas laboren en lugares distintos de las mismas líneas o equipo, serán responsables de coordinar la colocación y retiro de los equipos de puesta a tierra en sus lugares de trabajo correspondientes.

- e. **SEÑALIZAR Y DELIMITAR LA ZONA DE TRABAJO**. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

El área de trabajo debe ser delimitada por vallas, manilas o bandas reflectivas. En los trabajos nocturnos se deben utilizar conos o vallas fluorescentes y además señales luminosas.

Cuando se trabaje sobre vías que no permitan el bloqueo del tránsito, se debe parquear el vehículo de la cuadrilla atrás del área de trabajo y señalizar en ambos lados de la vía.

4.1.3 Maniobras

Por la seguridad de los trabajadores y del sistema, se debe disponer de un procedimiento que sea lógico, claro y preciso para la adecuada programación, ejecución, reporte y control de maniobras, esto con el fin de asegurar que las líneas y los equipos no sean energizados o desenergizados por error, un accidente o sin advertencia.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO: Todo trabajo en tensión está subordinado a la aplicación de un procedimiento previamente estudiado, el cual debe comprender:

- a. Un título que indique la naturaleza de la instalación intervenida, la descripción precisa del trabajo y el método de trabajo.
- b. Medios físicos (materiales y equipos de protección personal y colectiva) y recurso humano.
- c. Descripción ordenada de las diferentes fases del trabajo, a nivel de operaciones concretas.
- d. Croquis, dibujos, planos o esquemas necesarios.
- e. Todo trabajo en circuitos energizados de más de 450 voltios debe hacerse con un grupo de trabajo de al menos dos (2) personas. Los grupos de trabajos que realicen labores en circuitos por encima de 1000 V deben contar con al menos dos (2) operarios y un (1) jefe que coordine y supervise las labores estando atento del trabajo del grupo para controlar cualquier riesgo que los pueda afectar en el desarrollo del trabajo. Se exceptúan de este requisito, los trabajos de desenergización y energización de transformadores, ramales de redes en MT, cambios de fusibles en cortacircuitos, maniobra y operación de interruptores o seccionadores que podrá hacerlo un solo operador, siempre que use las herramientas adecuadas y protocolos seguros.
- f. Para cualquier actividad programada se debe realizar previo a su ejecución la evaluación del nivel de riesgo, la cual permite identificar los peligros existentes, valorar los riesgos y establecer controles que minimicen o eliminen los riesgos.

EQUIPO DE TRABAJO: Debido a que el recurso humano es la base de toda organización, estas facilitarán los mecanismos y proporcionarán los recursos que permitan implementar la gestión en prevención y protección de todas las personas que participan en el desarrollo de sus procesos con el objetivo de mantener y mejorar la salud física, mental y social, así como las condiciones apropiadas de salubridad y seguridad en los sitios de trabajo para lo cual es primordial que el personal que trabaja en instalaciones y redes eléctricas, cumpla con una serie de requisitos y procedimientos que le permitan desarrollar con seguridad y buen desempeño su trabajo.

Para laborar en redes eléctricas el personal debe cumplir con las siguientes recomendaciones:

- a. Todo liniero de línea viva debe ser competente para trabajos en tensión, para lo cual deben estar capacitados, entrenados y cuenten con la autorización (habilitación) de la empresa, previo cumplimiento del perfil ocupacional. Adicionalmente, se debe tener vigente su certificación laboral por competencias para esa labor y encontrarse al momento de la labor en óptimas condiciones tanto físicas como psicológicas
- b. Todo liniero de línea viva, debe estar afiliado a la seguridad social y riesgos profesionales. Además, debe practicarse exámenes periódicos para calificar su estructura ósea o para detectar deficiencias



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

pulmonares, cardíacas o psicológicas. Enfermedades como la epilepsia, consumo de drogas y alcoholismo también deben ser estudiadas por el médico.

- c. Inspección previa de evaluación: Para determinar si es posible ejecutar un trabajo en tensión, es necesario cumplir con una inspección previa donde el personal habilitado y autorizado evalúe la viabilidad técnica y el riesgo asociado para las personas y para el sistema, cumpliendo lo estipulado en las etapas de diagnóstico, planeación y ejecución de trabajos descrito en las condiciones generales de este reglamento. Los procedimientos deben documentarse y pueden ser normalizados, pero, en su aplicación, deben ajustarse a cada situación específica.
- d. El jefe del trabajo, una vez recibida la confirmación de que se tomaron las medidas precisas y antes de comenzar el trabajo, debe reunir y exponer a los linieros el procedimiento de ejecución que se va a realizar, cerciorándose que ha sido perfectamente comprendido, que cada trabajador conoce su función y que cada uno comprende cómo se integra en la operación conjunta.
- e. El jefe del trabajo dirigirá y vigilará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten la seguridad. Al terminar los trabajos, verificará su correcta ejecución y comunicará al centro de control el fin de los mismos.
- f. Ningún operario podrá participar en un trabajo en tensión si no dispone en la zona de trabajo de sus elementos de protección personal.
- g. Cada operario debe cuidar de la conservación de su dotación personal.
- h. Antes de trabajar en un conductor bajo tensión, el operario debe unirse eléctricamente al mismo para asegurar su equipotencialidad con el conductor.
- i. En el caso de presentarse lluvia o niebla, se pueden realizar los trabajos cuando la corriente de fuga por los elementos aislantes esté controlada y se mantenga por debajo de $1\mu A$ por cada kV nominal de la instalación. En caso de no realizar control de la corriente de fuga y si la tensión es superior a 34,5 kV, estos trabajos deben ser interrumpidos inmediatamente.
- j. En caso de tormentas eléctricas, los trabajos no deben comenzarse y de haberse iniciado se interrumpirán. Cuando las condiciones atmosféricas impliquen la interrupción del trabajo, se debe retirar al personal y se podrán dejar los dispositivos aislantes colocados hasta que las condiciones vuelvan a ser favorables.
- k. Cuando se emplee el método de trabajo a contacto, los operarios deben llevar guantes aislantes revestidos con guantes de protección mecánica y guantes de algodón en su interior.
- l. Todo operario que trabaje a potencial debe llevar una protección total tipo Jaula de Faraday de acuerdo con los requisitos adaptados de la norma IEEE-516.
- m. En trabajos a distancia sobre con tensiones menores o iguales a 230 kV, cuando no se coloquen dispositivos de protección que impidan todo contacto o arco eléctrico con un conductor desnudo, la



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

mínima distancia de aproximación al conductor es 0,8 m cuando las cadenas de aisladores sean menores a 0,8 m y la distancia mínima será igual a la longitud de la cadena cuando esta es mayor a 0,8 m. Esta distancia puede reducirse a 0,60 m para la colocación de dispositivos aislantes cerca de los puntos de fijación de las cadenas de aisladores y de los aisladores en sus soportes. Se entiende por distancia mínima de aproximación la distancia entre un conductor y una parte cualquiera del cuerpo del operario estando éste situado en la posición de trabajo más desfavorable.

- n. Todo equipo de trabajo en tensión debe ser sometido a ensayos periódicos de acuerdo con las normas técnicas o recomendaciones del productor. A cada elemento de trabajo debe abrirse y llenársele una ficha técnica.
- o. Los guantes aislantes deben ser sometidos a una prueba de porosidad por inyección de aire, antes de cada jornada de trabajo y debe hacerse un ensayo de rigidez dieléctrica en laboratorio, mínimo dos veces al año.
- p. Para las mangas, cubridores, protectores, mantas, pértigas, tensores, escaleras y demás equipo, se debe hacer mínimo un ensayo de aislamiento al año.
- q. Los vehículos deben ser sometidos a una inspección general y ensayos de aislamiento a las partes no conductoras, mínimo una vez al año.

4.1.4 Verificación en el Lugar de Trabajo

El jefe de grupo debe realizar una inspección detenida con base en lo siguiente:

- a. Que los equipos sean de la clase de tensión de la red.
- b. Que los operarios tengan puesto su equipo de protección individual.
- c. Que los operarios se despojen de todos los objetos metálicos.
- d. Cuando se utilice camión canasta, verificar el correcto funcionamiento tanto de los controles en la canasta como los inferiores.
- e. Que se efectúe una inspección de los guantes.
- f. Que los operarios se encuentren en perfectas condiciones técnicas, físicas y síquicas para el desempeño de la labor encomendada.
- g. Que los espacios de trabajo tengan las dimensiones adecuadas y no presenten obstáculos que pongan en riesgo al trabajador.
- h. Antes de entrar a una cámara subterránea, la atmósfera debe ser sometida a prueba de gases empleando la técnica y los instrumentos para detectar si existen gases tóxicos, combustibles o inflamables, con niveles por encima de los límites permisibles.

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	
	PRC 2020	VERSIÓN: 1

- i. Una vez destapada la caja de inspección o subestación de sótano, el personal debe permanecer por fuera de ella, por lo menos durante 10 minutos, mientras las condiciones de ventilación son las adecuadas para iniciar el trabajo.

4.1.5 Dotación de Ropa, Calzado de Trabajo y Elementos de Protección Personal

Todos los trabajadores dedicados a la construcción de redes eléctricas deben usar ropa y elementos de protección personal de acuerdo con los resultados del análisis de riesgos y de conformidad a la labor, definidos para cada área o proceso.

Como norma general, la ropa de labor para el personal expuesto a riesgo eléctrico será confeccionada en material 100% algodón, sin accesorios metálicos. Sin embargo, se debe realizar un análisis de riesgos por exposición a arco eléctrico como lo contempla la NFPA 70E condición que varía los requisitos de las prendas a usar de acuerdo al valor de la energía incidente en cada uno de los procesos lo cual define qué tipo de protección especial se requiere considerando los tiempos de exposición y las corrientes de cortocircuito en las condiciones más desfavorables para cada caso.

Ningún trabajador debe iniciar labores sin usar el equipo de protección requerido de acuerdo con los factores de riesgo a los cuales va a estar expuesto. En general, para todos los trabajos es obligatorio el uso de la ropa y calzado proporcionado, completo y sin modificaciones en su diseño original, que comprende:

- En todos los casos: Casco de seguridad dieléctrico, con protección contra impactos que cumpla con normas nacionales o internacionales vigentes.
- En casos particulares, los equipos previstos en los procedimientos de ejecución a utilizar serán, entre otros: Botas dieléctricas o calzado especial con suela conductora para los trabajos a potencial, dos pares de guantes aislantes, gafas de protección contra rayos ultravioleta, manguitos aislantes, herramientas aislantes.
- Protección de manos (guantes).
- Protección de los ojos.
- Protección auditiva.

Para los grupos de trabajo que laboran en los procesos de transmisión o distribución, además de los equipos y herramientas necesarias para la labor, debe contemplarse según su necesidad, la dotación de equipo de comunicaciones, botiquín de primeros auxilios, equipos para dar cumplimiento a las reglas de oro, guantes dieléctricos de acuerdo al nivel de tensión y que cumplan normas técnicas que garanticen su efectividad en la protección y materiales para señalización y demarcación.



4.1.6 Levantamiento de Cargas Pesadas

La manipulación manual de cargas es un proceso bastante frecuente que exige a los trabajadores asumir posiciones corporales específicas que pueden producir fatiga física y lesiones como cortes, fracturas o desgaste de zonas sensibles como los hombros, brazos, manos y espalda.

Las recomendaciones generales a la hora de realizar estas labores se basan principalmente en asumir posturas correctas y levantar el peso con la fuerza de las piernas, para evitar afectar los huesos y músculos de la espalda y otros lugares del cuerpo, sin embargo, también es importante fortalecer la cultura del cuidado dentro de la organización y capacitar constantemente a los empleados sobre la manipulación de cargas, la seguridad laboral y la importancia del trabajo en equipo.

Para prevenir los riesgos laborales que pueden presentarse en la manipulación de cargas, se deben aplicar algunas recomendaciones al realizar estos procedimientos.

4.1.6.1 Recomendaciones Generales

- Siempre que sea posible, utilizar las ayudas mecánicas disponibles.
- El peso máximo recomendado en trabajos habituales de manipulación de cargas es de 25 kg hasta la altura del pecho y de 11 kg por encima de los hombros.
- Observar la forma y tamaño, posible peso, puntos de agarre, e indicaciones de la carga, antes de empezar a levantarla.
- Procure no efectuar giros con el cuerpo, al levantar la carga.
- Solicitar ayuda a otras personas si el peso de la carga es excesivo y no se puede transportar con ayudas mecánicas.
- Identificar plenamente la ruta de transporte y el punto de destino del levantamiento.
- Asegurar que la zona de transporte esté libre de obstáculos.
- Ante recorridos largos con carga establecer pausas frecuentes y suficientes que limiten el esfuerzo.
- Si manipula cargas con aristas, bordes o esquinas agudas, siempre utilice los guantes de vaqueta.
- Utilizar la vestimenta, el calzado y los equipos adecuados (botas, casco, guantes, gafas de seguridad etc.).

4.1.6.2 Para Levantar una Carga del Suelo

- Separar los pies ligeramente, colocando un pie más adelante que el otro, en la dirección del movimiento que se intenta hacer.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

- Agacharse doblando las rodillas de forma que la carga quede entre las piernas, con la espalda recta.
- Agarrar firmemente la carga usando ambas manos y pegarla al cuerpo.
- Antes de levantar la carga, mantener la espalda recta.
- Levantarse suavemente, por extensión de las piernas, manteniendo la espalda derecha. No dar tirones a la carga ni moverla de forma rápida o brusca manteniendo los brazos pegados a la carga.
- Al descender la carga al piso, continuar con la espalda recta hacerlo flexionando las rodillas

4.1.7 Transporte de Equipos y Materiales

Los vehículos utilizados para transporte de personal, materiales o equipos deben ser los apropiados y aceptados por las autoridades de transportes y tránsito.

Usar solamente vehículos debidamente acondicionados para el transporte de equipos, carretes, tubos, estructuras en general, carga pesada y/o que sobresalga del vehículo. Para asegurarlos deben utilizarse tablonés, bloques, cuerdas resistentes, etc.

Los materiales y equipos que se transportan en los vehículos de trabajo deben ser acomodados de tal manera que no se rueden, se caigan u obstaculicen la visibilidad del conductor. Aquellos que por su volumen o condiciones particulares puedan quedar inestables deben ser amarrados a soportes fijos del interior del vehículo.

Los materiales y equipos deben estar organizados y tener un correcto embalaje, para que no se dañen, para facilitar el transporte de los mismos y además evitar pérdidas de los mismos.

Cuando se transportan materiales que se proyectan por fuera del campo del vehículo tales como postes o plumas de grúa, en una longitud que comprenda entre uno (1) y dos (2) metros, el vehículo que realice el transporte deberá contar con un aviso o señal, colocado en la parte posterior del vehículo cuyo texto advierta "Peligro Carga Larga". En caso que la longitud sobresalga entre dos (2) y tres (3) metros, el vehículo que realice el transporte deberá contar dos (2) avisos, uno en la parte delantera y otro en la parte trasera de éste, de tal manera que sean totalmente visibles, de acuerdo con la Resolución No. 004959 del 08 de noviembre de 2006.

Cuando se realicen cruces en esquinas deberá tenerse extremo cuidado de que la posición proyectada de la carga no entre en contacto con personas o propiedades. Si es necesario, debe enviarse un operario auxiliar para advertir a los usuarios de la vía sobre los posibles riesgos que se pueden tener por la circulación de la carga a través de la carretera o calle y orientar el tránsito, hasta cuando se haya cruzado exitosamente la esquina.

Para el transporte de las herramientas se deben tomar las siguientes medidas:



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

- El transporte de herramientas se debe realizar en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados para ello.
- Las herramientas no se deben llevar en los bolsillos sean punzantes o cortantes o no.
- Cuando se deban subir escaleras o realizar maniobras de ascenso o descenso, las herramientas se llevarán de forma que las manos queden libres.

Las partes con punta o filo de las herramientas o equipos deben protegerse con bandas de caucho o llevar una defensa sobre el filo de corte para evitar daños o deterioros a los diferentes elementos que puedan entrar en contacto con aquellos y evitar lesiones.

No debe quedar expuesto material suelto de empaques con puntas, filos o cubiertas deslizantes. Este material debe ser recogido y organizado para su oportuno cargue al finalizar los trabajos y conducción a los basureros o sitios de acopio y disposición del caso.

Se recomienda no mezclar herramientas de grupo con las herramientas personales y tampoco o mezclar herramientas con materiales, equipos y personal durante el transporte.

Los equipos rodantes deben ser bloqueados para evitar que se desplacen accidentalmente.

4.1.8 Protección del Público

Durante la construcción de redes eléctricas y la ejecución de trabajos eléctricos es necesario proteger además del personal que realiza las actividades, al público en general, de tal manera que no se vea comprometido en situaciones de riesgo eléctrico.

Durante trabajos sobre la vía pública para el tensionado de líneas, manipulación de postes, cables, alambres u otros equipos que puedan significar condiciones peligrosas no se debe permitir que dichos trabajos puedan causar riesgos a peatones y vehículos, por lo tanto, se debe señalizar y demarcar la zona de trabajo. Esta delimitación perimetral del área de trabajo se realiza mediante carteles con frases o símbolos, que proporcionen el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

Cuando sea necesario prevenir o desviar el tráfico vehicular, los avisos, señales temporales y conos deben ser colocados a distancia prudencial a cada lado del área de trabajo, de modo tal que permita a los conductores disminuir la velocidad con suficiente tiempo, considerando la topografía y la configuración de las vías de circulación así como la velocidad. Durante la noche, adicionalmente se usarán señales luminosas o reflectivas, esto de acuerdo a los métodos de señalización de las vías del del ministerio de transporte, <https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial>.

Si es preciso dejar abiertos de manera temporal huecos, zanjass o cámaras, será necesario dejar las indicaciones con barreras señalizadoras que impidan el paso y señales de peligro tales como avisos preventivos y acordonamiento, conos reflectivos o barreras. Durante la noche se usarán señales



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

luminosas o reflectivas. De ser necesario dejar desatendido temporalmente algún hoyo o zanja, se deberá colocar tapas provisionales para evitar accidentes.

Los carretes, materiales, herramientas, equipos de trabajo, etc. deben ser ordenados y almacenados temporalmente de tal manera que no sean la causa de accidentes al propio personal y/o a terceros.

4.1.9 Trabajo en Altura

Todo trabajador que se halle ubicado a una altura igual o superior a 1,5 m, bien sea en los apoyos, escaleras, cables aéreos, helicópteros, carros portabobinas o en la canastilla de un camión, debe estar sujetado permanentemente al equipo o estructura, mediante un sistema de protección contra caídas, atendiendo la reglamentación del Ministerio del Trabajo (Resolución 1409 de 2012 o la que la modifique o sustituya), los procedimientos aplicables según las características del proceso y previo análisis de riesgo.

Para garantizar el cumplimiento de las medidas de seguridad industrial, en la intervención de líneas y redes de baja y media tensión en altura, se debe contar como mínimo con dos trabajadores laborando en conjunto y tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

4.1.9.1 Elementos de Protección Personal Complementarios para Trabajo en Altura

La selección de los elementos de protección contra caídas dependerá del tipo de procedimiento de seguridad a realizar, tener presente la utilización de elementos para trabajo en alturas dieléctricos para actividades de trabajo en línea viva, todos los elementos de protección contra caídas deben ser certificados de norma por el fabricante y deben tener una hoja de vida donde se registren sus inspecciones periódicas e inspecciones del fabricante, tener presente la vida útil establecida por el fabricante, así como los criterios de inspección para dar de baja. Entre estos elementos de protección se encuentran los siguientes:

- Arnés de cuerpo completo.
- Eslinga de posicionamiento.
- Eslinga en Y.
- Tie.off
- Pretales.
- Mosquetones
- Frenos
- Línea de vida



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

- Guantes.
- Casco dieléctrico de seguridad asegurado con barbuquejo de tres puntos.

A continuación se presentan las características de algunos de los elementos de protección personal anti caídas:

ARNÉS DE CUERPO COMPLETO Y CINTURONES DE SEGURIDAD PARA CAÍDAS: Para trabajos eléctricos en altura se deberán tener cinturones y arneses para prevenir el desplazamiento inseguro como la caída libre, entre estos cuenta con cinturones tipo liniero faja sencilla y faja ancha, que están fabricados siguiendo los lineamientos establecidos en las Normas Técnicas Colombianas y las normas ANSI. Los arneses de seguridad se utilizan también para posicionamiento, ascenso y descenso controlado, detención de caídas y trabajos en espacios, que garantizan no solamente la detención de la caída sino también una distribución del peso dentro del arnés, a fin de evitar otras posibles lesiones en el momento de una caída libre.

Los arneses de seguridad se utilizan con otros elementos como eslingas con mosquetón sencillo y doble, portaherramientas y accesorios que le permiten al trabajador desarrollar más fácil y segura su labor.

Los cinturones de seguridad además de soportar el peso de los linieros se usan para mantener a mano la herramienta menor de mayor uso y sostener la línea de izaje de materiales y otras herramientas.

La faja debe ser construida con cuero de alta resistencia, abullonada y ancha en la parte trasera, cosida con hilo de seguridad, y su correa de cierre solo debe tener los huecos necesarios para el ajuste correspondiente, pues éstos debilitan el cuero. La hebilla debe ser firme y sencilla, de alta resistencia, con ajuste de seguridad.

Los anillos en D, uno a cada lado de la faja, deben ser colocados por dentro del cuerpo de ésta para que en caso de que un anillo se abra el liniero alcance a corregir su posición. El anillo en D sirve para enganchar el extremo del cable de seguridad o bandola, debe ser hecho de acero templado.

Está prohibido sujetar dos o más mosquetones a una cuerda de seguridad al mismo anillo en D, mientras se está trabajando.

La faja de seguridad es una herramienta personal y por tanto cada liniero debe usar su propia faja, la cual ha de revisar permanentemente y cuidar de que no sufra deterioro. Por tanto, cuando no la use la debe mantener adecuadamente almacenada evitando contacto con superficies afiladas o cortantes. El liniero debe guardar su faja en compartimientos independientes de los usados para guardar otros materiales y herramientas.

La inspección periódica que se haga de las fajas de seguridad tiene que ver con las condiciones del cuero en general, del mismo cuero en los bordes de los huecos y de los remaches y de las costuras, hebillas, anillos en D, etc.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

De ninguna manera debe usarse un cinturón o faja de seguridad que presente desperfectos.

No se debe permitir el uso de alambres que sean sujetos y enganchados al arnés para transportar cintas y otros materiales.

ESLINGA DE POSICIONAMIENTO: La eslinga de posicionamiento está diseñada para que el liniero pueda trabajar con las manos libres y apoyarse sobre las piernas, mientras está posicionado al punto de anclaje, ofreciéndole comodidad y estabilidad.

Este tipo de eslinga está conformada por un elemento de cuerda, cinta textil, cables u otros materiales con resistencia mínima de 5.000 libras (22,2 kN) y ganchos de apertura automática en acero o aluminio, que permiten conectar el punto de anclaje al arnés del liniero.

La eslinga de posicionamiento no funciona por separado, ésta hace parte de un sistema que soporta al liniero mientras realiza su labor y permite una caída libre de 60 cm o menos. Para ello, debe incluir mínimo, un arnés de cuerpo entero con argolla dorsal en D para detención de caídas y un sistema de argollas laterales (de posicionamiento) a la altura cadera para conectar a la eslinga.

Debe tenerse especial cuidado, al asegurar los mosquetones en el anillo en D de la faja de seguridad, de que el anillo quede colocado dentro del mosquetón y de que el gozne quede totalmente ajustado. Por lo anterior, los mosquetones deben de ser de cierre automático y bloqueo.

Antes de confiar el peso a una eslinga, una vez asegurada al arnés en los anillos en D y debidamente colocada rodeando el soporte, debe hacerse una prueba de seguridad recostando el cuerpo hasta que la correa quede templada soportando el peso, pero manteniendo las manos agarradas al poste o a otro elemento que esté firme. Esta prueba debe realizarse cada vez que la eslinga sea colocada en una nueva posición.

Las eslingas no deben rodear superficies cortantes o punzantes que puedan averiarlas o rasgarlas accidentalmente. No deben colocarse en sitios inseguros que puedan quebrarse, romperse o removerse de manera accidental. Cuando la eslinga se coloque en su sitio debe cuidarse de que no quede entorchada.

Al igual que el arnés de seguridad, con mayor razón debido a su uso permanente y más sujeto a desgaste, las eslingas deben ser revisadas permanentemente en cuanto al estado del material, de los remaches, de los ganchos de seguridad, de las costuras, etc.

GUANTES DE VAQUETA O CARNAZA: Son utilizados por los linieros para el manejo y transporte de herramientas o materiales que puedan ocasionar gran fricción o desgaste de la piel, materiales rugosos o con superficies agudas o filosas o materiales abrasivos.

Cuando el liniero no tiene puestos los guantes debe dejarlos enganchados a su cinturón de seguridad, para disponer de ellos de manera oportuna.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

Pueden ser limpiados con trapos o estopas secas más no lavarse completamente pues tiende a ponerse rígidos cuando han sido expuestos al sol. Deben almacenarse en sitios frescos y aireados, alejados de productos químicos o húmedos que puedan dañarlos.

GUANTES DIELECTRICOS: Son guantes especiales que brindan protección a personas que tienen trabajos directos con electricidad, tienen en su interior un guante de algodón que cumple la función de absorber la transpiración y evitar choques eléctricos. Estos guantes se utilizan para altos, medios y bajos voltajes y se clasifican en cuatro grupos:

Clase 0: Hasta 500 voltios.

Clase 0: Hasta 1000 voltios.

Clase I: Hasta 7500 voltios.

Clase II: Hasta 17000 voltios.

Clase III: Hasta 26500 voltios.

Clase IV: Hasta 36000 voltios.

Antes de utilizarlos deben ser revisados cuidadosamente para detectar defectos físicos, a estos elementos se les debe llevar una hoja de vida donde se registren sus inspecciones periódicas y pruebas anuales, tener presente la vida útil que establece el fabricante, así como los criterios para dar de baja al realizar las inspecciones o las pruebas anuales. El liniero debe cerciorarse del grado de aislamiento que tienen los guantes que se van a utilizar durante los trabajos de redes eléctricas. El conjunto completo de guantes se compone de un mínimo de dos partes: el guante de goma y un guante de cuero de protección para prevenir punzones y/o cortes durante el uso.

Se recomienda inspeccionar los guantes antes de cada uso diario e inmediatamente después de un incidente que razonablemente pudiera ser sospechoso de haber causado daños. A los guantes aislantes se dará una prueba de verificación de aislamiento, junto con la inspección visual para asegurar su confiabilidad.

Los guantes aislados para tensiones superiores a 600 V deben ser mantenidos almacenados en fundas especiales donde no se guarde ninguna otra clase de utensilio o herramienta que los pueda deteriorar. Se deben mantener en lugares secos. Se recomienda utilizar en su interior talco neutro para facilitar el uso.

4.1.9.2 Operaciones en Redes Aéreas

Después de llegar al sitio de trabajo y antes de iniciar labores por razones de seguridad cada liniero debe inspeccionar sus guantes, su arnés de seguridad, las escaleras y demás herramientas, elementos y equipos de trabajo.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

Debe examinar las condiciones del poste o soporte en cuanto a su hincamiento y condiciones físicas tales como grietas, fracturas y estructuras metálicas visibles. Si se trata de postes de madera verificar cuidadosamente la base para cerciorarse de su firmeza y verificar que no presente riesgos tales como madera en mal estado, grietas, puntillas, nudos, hendiduras y partes duras.

Todos los postes y estructuras deben ser inspeccionados cuidadosamente antes de subir a ellos, para comprobar que están en condiciones seguras para desarrollar el trabajo y que puedan sostener pesos y esfuerzos adicionales. Deben revisarse los postes contiguos que se vayan a someter a esfuerzos.

Una vez verificado el poste, debe colocar su eslinga para posicionamiento alrededor del poste o de otro soporte accesible y estar seguro que el mosquetón esté debidamente asegurado en las argollas laterales del arnés antes de confiar su peso a la eslinga. Enseguida debe amarrar con una manila corta la escalera al poste o al soporte que esté utilizando.

Se debe instalar siempre línea de vida al realizar trabajos de ascenso a postes, estructuras y torres.

Para realizar operaciones en redes aéreas se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones y requisitos:

- La eslinga para posicionamiento no debe colocarse alrededor del poste por encima de la cruceta cuando esta está colocada a menos de 30 cm del tope del poste. Las eslingas no deben fijarse a pines de aisladores, a brazos de crucetas, cables tendidos, cables de retenida o alrededor de crucetas más allá del pin exterior.
- La eslinga para posicionamiento debe ir asegurada en sus dos extremos a las argollas laterales del arnés de seguridad cuando se asciende o se desciende de un poste o de una estructura. No debe permanecer suelta.
- Debe tenerse cuidado de que los mosquetones de la eslinga para posicionamiento no entren en contacto con algún objeto que pueda abrirlos y por tanto soltar la eslinga.
- El liniero no debe cargar en el arnés de seguridad ningún gancho o aparato metálico. No se deben usar en altura cadenas ni mallas metálicas. En cambio se pueden usar elementos de cuero o de fibra, lazos, manilas, etc.
- Debe tenerse cuidado también de que las herramientas colgadas al arnés no se resbalen y se caigan para lo cual deben asegurarse de manera apropiada. Un liniero solo carga en su arnés de seguridad el mínimo de herramientas indispensables. Todas las demás herramientas deben quedar en tierra hasta que sean requeridas y, entonces, han de ser elevadas dentro de una bolsa de materiales colgada de una línea de izada (lazo, manila, fibra, etc.), a menos que la herramienta sea demasiado grande para ser izada de esa manera y en ese caso se amarra directa y seguramente de la línea de izada.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

- Cuando dos linieros tienen que trabajar simultáneamente en un mismo poste, el segundo hombre no ascenderá sino cuando el primero esté en posición de seguridad o sea cuando haya asegurado firmemente la escalera y sujetado su arnés de seguridad o cuando, descendiendo, el primer hombre que lo haga esté en tierra a fin de que uno de ellos cuide de la seguridad del otro.
- Ordinariamente, ningún liniero debe trabajar verticalmente encima de otro liniero, excepto en casos de emergencia. Cuando esto es necesario, deben tomarse cuidados especiales en la realización de las operaciones para prevenir que herramientas u otros objetos caigan sobre el liniero que está trabajando en la posición inferior.

En trabajos sobre conductores eléctricos aéreos se debe observar:

- Antes de que un liniero corte o suelte un conductor aéreo debe asegurarse de que vaya a caer en sitio despejado. En caso de que exista riesgo de tocar otra línea o causar daño alguno, el conductor debe ser bajado amarrado a una línea de izada.
- El cable de acero para retenida es muy elástico. Debe tenerse cuidado al cortarlo para que las puntas no latiguen o puedan causar lesiones. Esto aplica tanto para el montaje como para el retiro de retenidas.
- Las líneas de izadas deben ser subidas al poste desenrolladas con uno de sus extremos amarrado a la parte trasera del arnés de seguridad del liniero. Al subir el liniero cuidará que la línea no se enrede en parte alguna.

4.1.9.3 Manejo de Materiales en Altura

En trabajos con manipulación de cargas en alturas se debe observar:

- a) Para toda carga que requiera estar suspendida y sometida a tracción mecánica debe conocerse su peso y volumen, con el objetivo de determinar los equipos y herramientas para su manipulación.
- b) Todos los equipos utilizados para manipular una carga deben tener un factor de seguridad de por lo menos 2,5 veces el peso de la carga suspendida. Al momento de utilizarlos se debe hacer una inspección con el fin de verificar su estado y condición operativa.
- c) Para pasar herramienta o materiales entre diferentes niveles, siempre debe utilizarse recipientes sujetos a la estructura para evitar la caída de este y el material que contenga.
- d) Los elementos que son utilizados para la manipulación de cargas, deben ser independientes de los elementos utilizados para la protección de caída de alturas de las personas.

Para realizar manejo de materiales en altura se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones y requisitos:



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

- Ni las herramientas ni los materiales deben ser lanzados hacia arriba buscando el sitio donde está el liniero ni este debe arrojarlos desde su posición. Para ambos casos deben usarse las bolsas de materiales o las líneas de izaje.
- Las herramientas y los materiales pequeños que se van a utilizar no deben ser dejados sobre las crucetas sino que deben permanecer en la bolsa de materiales o amarrados a la correa del liniero. Cuando se trate de herramientas grandes y materiales que no pueden ser almacenados en la bolsa deben permanecer en tierra hasta el momento de su utilización en el poste.
- Cuando se izan o se bajan materiales el personal en tierra debe apartarse y evitar de todas maneras situarse bajo la carga hasta cuando ésta esté apropiadamente colocada y asegurada.
- Deben evitarse sacudidas súbitas en las líneas de izaje. Cuando las herramientas y/o los materiales son elevados o bajados debe impedirse que entren en contacto con cualquier clase de líneas o de equipos para que no se tropiecen y se caigan y para evitar accidentes e interferencias con la operación y el mantenimiento del servicio a los usuarios.
- Los operarios no deberán colocar sus manos sobre cadenas, cuerdas o cables en lugares donde ellos pasen a través de aparejos, poleas o guías, ni permanecer cerca de elementos tensionados que puedan romperse y latigar.

4.1.9.4 Uso de Escaleras

En el uso de escaleras fijas (peldaños), se debe cumplir con las siguientes consideraciones:

- a) No se deben utilizar llevando objetos que ocupen las dos manos o que impidan la visibilidad.
- b) Deben estar limpias y sin obstrucciones.
- c) Deben estar secas, en buen estado y con materiales antideslizantes.
- d) Deben estar provistas de pasamanos.

Las escaleras deben estar secas, sin rajaduras ni agrietamientos que las hagan potencialmente peligrosas y sus peldaños completos y firmes.

Cuando se extiende una escalera y se apoya sobre un soporte debe cuidarse que el gancho quede asegurado en uno de los peldaños y que sea amarrada firmemente en la parte inferior con el lazo del aparejo de extensión.

Para el uso de escaleras portátiles se debe tener en cuenta las normas técnicas y de seguridad correspondiente y en trabajos con riesgos eléctricos debe usarse solo escaleras de fibra de vidrio.



4.1.10 Desconexión de Seccionadores y Cortacircuitos

Las desconexiones y aperturas de seccionadores y cortacircuitos en líneas de media tensión no deben ser realizados con carga, a menos que estén certificados para esta condición o que se realice con equipos especiales para apertura con carga, tales como pértigas o por mecanismos de palanca previstos al efecto.

Para prevenir choques eléctricos accidentales durante la operación deben usarse guantes de caucho aislados para la tensión en que se trabaja.

Cuando un liniero va a abrir fusibles, a romperlos o a desconectar cortacircuitos o cualquier aparato que tenga probabilidad de hacer un arco eléctrico, debe, además, proteger sus ojos con anteojos especiales de seguridad o voltear la cara y proteger sus ojos y cara con el brazo. Deben usarse guantes de caucho y pértiga aislados a la tensión de la línea en la que se trabaja y estar amarrado al poste con la correa de seguridad. Si la maniobra de conexión y desconexión se hace desde el piso es preciso tener como base una banqueta aislada.

4.1.11 Conexión de Contadores y de Transformadores de Corriente

El secundario de un transformador de corriente no debe ser abierto bajo ninguna condición mientras se encuentre energizado. En el caso de que no pueda desenergizarse todo el circuito, antes de empezar a trabajar con un instrumento, relé u otra sección del lado secundario, el trabajador debe conectarlo en derivación con puentes.

Debe tenerse especial cuidado al abrir circuitos en conexiones de medición esperando a que los circuitos de corriente hayan sido puenteados y los circuitos de tensión estén abiertos.

Antes de trabajar en un instrumento o en otro aparato en el circuito secundario de un transformador de corriente deben puentearse los bornes de aquellos con conductores apropiados y ajustados de tal manera que el circuito no pueda ser abierto en el aparato por causas accidentales.

En una conexión de medida el circuito nunca debe abrirse hasta cuando haya sido puenteada la otra parte correspondiente.

4.1.12 Trabajos en Alumbrado Público

Para realizar trabajos en redes de alumbrado público se deberán tener en cuenta todas las recomendaciones de redes eléctricas teniendo en cuenta que se debe utilizar guantes dieléctricos para baja tensión.

Se deben utilizar también herramientas aisladas para baja tensión incluyendo pinza voltiamperimétrica y medidor de aislamiento. Esta actividad será ejecutada por personal capacitado con entrenamiento teórico práctico.



4.1.13 Puesta a Tierra

Debe utilizarse un conjunto de cables y grapas construido para el efecto y/o unas cadenas especiales para aterrizar las líneas de media tensión que hayan sido desenergizadas, antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en ellas.

Las líneas que van a ser aterrizadas serán probadas con equipos luminosos o sonoros de detección de tensión aislados a las tensiones de los circuitos en que se va a trabajar, guardando todas las distancias con relación al cuerpo como cuando están vivas y utilizando varas aisladas u otros aparatos propios para la manipulación de tales equipos.

El conjunto de aterrizaje de líneas compuesto por un conductor sólido, que está conectado a tres derivaciones cada una con su grapa de amarre, debe ser conectado a una tierra de baja resistencia previamente preparada con polos a tierra antes de ser puesta en contacto mediante varas aisladas de conexión de conectores de emergencia con la línea desenergizada que va a ser aterrizada. Al remover un aterrizaje primero deben desconectarse las líneas del conjunto de aterrizaje, luego sí podrá ser desconectado este de la tierra preparada y removida esta.

4.1.14 Poda de Árboles

Se define la poda de follaje, como una técnica de arboricultura dirigida a suprimir las ramas vivas, muertas, enfermas o superfluas de una especie vegetal, con el fin de resolver situaciones de la planta misma, de su interacción con las condiciones específicas del sitio o del entorno ecológico que la rodea.

Desde el aspecto de redes eléctricas, los árboles pueden causar interferencias, cortocircuitos e interrupciones cuando entran en contacto con redes aéreas. La abrasión de las ramas de los árboles, puede dañar el aislamiento del conductor. Con la poda, se trata de evitar estas interrupciones y daños a los equipos.

Una poda debe tener como mínimo las siguientes condiciones:

- Nunca se debe cortar la parte gruesa de la rama, si dejar una lateral o “tirasavia” que con sus hojas cumpla la función de irrigar savia en el área afectada Esta rama lateral debe tener como mínimo una tercera parte del diámetro de la rama o tronco donde se origina.
- No se debe cortar más de la tercera parte del árbol en una sola intervención.

Las intervenciones sobre los árboles en la zona urbana que se encuentran en interacción con las piezas de la infraestructura urbana deben realizarse con los máximos cuidados para no perjudicar el biotipo de la planta. Dicha intervención debe estar mediada por un concepto técnico del DAGMA o la autoridad ambiental urbana que haga sus veces y estarán orientadas a:

- Liberar la infraestructura urbana, ductos, luminarias, redes aéreas, canales, construcciones, juegos infantiles, vías, etc. que estén en riesgo por la interacción con la especie.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

- Mejorar la seguridad y la visibilidad, que ponen en riesgo a la ciudadanía.
- Salvaguardar la estructura o biotipo original de la especie.
- Equilibrar el peso de la especie de manera que se armonice para evitar desprendimiento y riesgos para la vida humana, infraestructura urbana o vehículos.
- Retirar ramas secas o muertas.
- Disminuir el potencial de falla de su estructura y con ello el riesgo de desprendimiento de parte de su estructura.
- Mantener o estimular la salud del árbol. Mejorar la estética.
- Proteger la vida humana.

Los cortes de las ramas o troncos deben hacerse con la herramienta adecuada, de una manera precisa y prestando atención en el momento de hacerlo, para evitar accidentes en primer lugar y para hacer el corte de manera técnica. Un corte técnico, debe estar en la ubicación correcta, dejando una superficie lisa, sin bordes estropeados o corteza rasgada.

A continuación se listan los tipos de podas autorizadas:

- Poda sanitaria o de saneamiento.
- Poda de entresaca o aclareo.
- Poda de levante o realce.
- Poda de equilibrio o de restauración.
- Poda de reducción de altura o reducción de copa.
- Poda de formación.
- Poda de control o de despeje de redes.
- Poda de limpieza.
- Poda de Palmas.
- Poda de raíces.
- Poda de árboles energizados.

La poda de árboles energizados se practica en árboles que crecieron o fueron plantados bajo redes eléctricas y que sus ramas están en conflicto con las redes de distribución energizadas. Se realiza para evitar que las ramas alcancen los conductores energizados y prevenir descargas a tierra e incendios de copa. Con la técnica apropiada de corte de ramas laterales tirasavia (ramas secundarias que permite



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

la compartimentación) se podan las ramas claves desde su punto apropiado dejando una cavidad en “V” libre de follaje, de esta manera se dirige el crecimiento hacia los lados liberando el paso de los conductores.

También se pueden aplicar podas de reducción de copa y de ramas laterales. Con estas técnicas se logrará mantener el biotipo del árbol y se retardará el tiempo para una nueva poda.

Para realizar trabajos de poda de árboles cerca de líneas de baja tensión energizadas se deben usar los siguientes equipos de protección colectivos:

- Escalera dieléctrica de varias dimensiones.
- Cuerdas de servicio aislantes.
- Cizalla con pértiga aislante.
- Detector de ausencia de tensión.
- Pértiga con cortador de tijera.
- Herramientas tales como motosierras, motosierras telescópicas, machete, serrote, cicatrizante, eslingas, tula portaherramientas, rastrillo, vehículo canasta aislada hasta 69 kW, Vehículo tipo camión volqueta, con bodega cerrada para realizar transporte de residuos (furgón).
- No deben usarse los brazos de las grúas para arrancar ramas y menos ejerciendo sobre dichos brazos esfuerzos laterales considerables, que puedan dañarlos.

Entre los factores a tenerse en cuenta en el planeamiento de la poda de árboles se deben tener los siguientes:

- Altura del árbol.
- Dureza de la madera.
- Dirección de la inclinación.
- Inclinación del terreno.
- Especie del árbol.
- Peso de la parte superior de árbol.
- Dirección del viento.
- Ramas secas que podrían romperse y caer durante la operación.
- Proximidad con otros árboles, estructuras y conductores.
- Problemas relacionados con el tráfico de vehículos o de peatones.
- Colocación de los equipos y posición de los trabadores durante las distintas etapas de la operación.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

- Si al talar árboles o podar ramas existe la posibilidad de que se puedan producir daños a la propiedad ajena, se deberá avisar al propietario del inmueble para ponerlo en antecedentes.
- Número de trabajadores capacitados en el manejo de podas en el arbolado urbano que son necesarios.

Por tratarse de árboles ubicados en entornos urbanos, con ciertas características, restricciones y condiciones, se puede realizar la poda en cualquier época del año, considerando ciertas condiciones:

- Para los árboles cuyo atributo más importante es la floración, su poda debe hacerse una vez pase la misma, considerando especificidades fenológicas.
- Los árboles notables solo deben podarse una vez pase la época de producción de semillas y éstas se hayan cosechado por parte del DAGMA o la entidad delegada por ley para tal fin.
- Es importante también hacer manejos preventivos para enfermedades si la poda se hace en temporada de lluvias.

Para prevenir los riesgos laborales que pueden presentarse en la realización de la poda de árboles, se deben aplicar algunas recomendaciones al realizar estos procedimientos, tales como:

- Antes de empezar la poda y eliminación de ramas, se deben colocar señales de prevención para los conductores y transeúntes, como banderines y avisos de peligro, en las aceras y en las calles cerca al lugar donde se va a realizar el trabajo.
- Se impedirá el paso de personas a los lugares de peligro mediante barreras, cuerdas, cintas de señalización, entre otras.
- Las ramas y haces de ramas se retirarán de calles y aceras lo antes posible.
- No deben colocarse herramientas ni equipos en las aceras ni en las calles. Las cuerdas se tenderán enrolladas para evitar tropiezos.
- Se procurará no subir a los árboles, no obstante, si ello fuera necesario, se utilizarán escaleras, plataformas mecánicas o manuales, o cualquier otro sistema de ascenso seguro.
- Antes de subir a los árboles, si es necesario, se deben inspeccionar las ramas para comprobar que estén seguras. Una vez situados en la posición de trabajo y a través del arnés de seguridad, se amarrarán convenientemente al tronco del árbol o en alguna bifurcación del mismo que ofrezca la suficiente garantía para soportar el peso del operario.
- Cuando se trabaje con sierras mecánicas, al ascender o descender no se deben transportar con las manos, éstas se deben subir o bajar mediante cuerdas. Para herramientas pequeñas se recomienda usar bolsas de herramientas. Las cuerdas de mano deben atarse al extremo de la herramienta (no en el centro) para que ésta no se deslice, caiga o quede enganchada en las ramas.



4.1.15 Uso de Extintores

Los extintores cumplen un papel de gran importancia en el plan de protección contra incendios de un área de trabajo. De ellos dependen en gran medida los daños que se puedan ocasionar en el lugar en el que se produzca el incendio, por ello es importante que estos se adecúen a los agentes a extinguir (combustibles sólidos, líquidos, metales especiales, etc.), estén ubicados y señalizados de manera correcta y que los trabajadores conozcan la manera de utilizarlos en caso necesario.

No toda clase de extinguidores puede ser usada en la extinción de fuego cuando hay líneas energizadas involucradas. A menos que quien proceda al uso de un extinguidor tenga los conocimientos del caso para el uso adecuado de los diferentes agentes extintores, las líneas y equipos deben ser desenergizados.

4.1.16 Primeros Auxilios

Como parte de las acciones de control en posibles condiciones de emergencia que puedan presentarse en actividades de construcción de redes eléctricas deben implementarse estrategias de atención en primeros auxilios y de mayor nivel para el personal en campo.

Todos los grupos de trabajo dedicados a la construcción de redes eléctricas además de los equipos y herramientas necesarias para la labor, deben estar dotados de botiquín de primeros auxilios con el fin de prestar los cuidados o la ayuda inmediata, temporal y necesaria a una persona que ha sufrido un accidente, hasta la llegada de un médico o profesional paramédico quien se encargará, solo en caso necesario, del trasladado a un hospital tratando de mejorar o mantener las condiciones en las que se encuentra el afectado.

Se deberá garantizar en todo momento la disponibilidad de personal con formación apropiada para prestar los primeros auxilios en caso de accidentes.

4.1.17 Reportes de Daños y de Condiciones Peligrosas

Cada trabajador debe estar atento a reportar a su superior todas las condiciones peligrosas o defectuosas de postes, líneas materiales, conjuntos o de equipos que observe. Cuando se trata de asuntos que puedan afectar la seguridad del público tales como postes rotos, líneas cruzadas o caídas debe adoptar de inmediato y por su iniciativa los medios adecuados para prevenir accidentes y buscar a los responsables calificados para que hagan las reparaciones o arreglos correspondientes.

5 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE TRABAJO

Todos los trabajadores dedicados a la construcción de redes eléctricas además de los elementos de protección personal de acuerdo con los resultados del análisis de riesgos deben utilizar herramientas y equipos utilizados únicamente para los fines que fueron diseñados, definidos según cada área o proceso.



Las herramientas se dividen en dos grupos: herramientas manuales y herramientas de potencia.

5.1 HERRAMIENTAS MANUALES

Las herramientas manuales se dividen en varios grupos de acuerdo con la función que desempeñan así:

- Para golpear: Martillos, mazos.
- De torsión: Llaves de boca fija o ajustable.
- De pico, punta y corte: Pinzas, alicates, cortafríos, destornilladores, seguetas, limas, cinceles, cuchillos.

Los equipos y las herramientas para la realización de trabajos en tensión se elegirán teniendo en cuenta las características del trabajo, la tensión de servicio y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante, la norma nacional o internacional vigente que les aplique, para garantizar la protección del trabajador y su correcta operación y calidad.

Las herramientas usuales que un liniero debe portar en su cinturón o faja de seguridad son únicamente alicates, llave de empalme, destornilladores, cuchillo con funda protectora y conectores. Otras herramientas deben permanecer en el vehículo u ordenadas en tierra a la espera de su uso específico. Tales herramientas son: llave de peston, llave de tubos, martillo con mango de madera, llaves de boca fija, de estrella, etc.

Cuando sea preciso utilizarlas serán izadas en las bolsas de herramientas o amarradas a la línea de izaje.

Los destornilladores que se utilicen no deben tener tallos metálicos que se extiendan a lo largo del cabo.

Los cabos de los destornilladores, de los alicates y de herramientas de corte deben ser aislados en material plástico o acrílico o de caucho duro moldeado para impedir choques fortuitos, pero no se debe confiar ni depender de ese aislamiento.

El aislamiento de las herramientas no es impedimento para que se usen todas las protecciones de seguridad necesarias.

5.2 HERRAMIENTAS DEL GRUPO DE TRABAJO

Cada grupo de trabajo debe estar dotado de un conjunto de herramientas comunes que son utilizadas de acuerdo con los requerimientos de la labor que se lleva a cabo.

A continuación se presentan las características de algunas herramientas comunes utilizadas por los linieros:



5.2.1 Cintas Métricas Metálicas

Se deben usar únicamente en tierra. De ninguna manera deben ser utilizadas en trabajos de altura. Todas las medidas y las marcas que sean necesarias deben hacerse en tierra, antes de izar materiales y/o equipos.

5.2.2 Cintas Métricas de Lona o de Plástico

Usualmente son denominadas decámetros. Las cintas métricas de gran longitud utilizadas para tomar medidas de referencia en la implantación de la red.

5.2.3 Herramientas para Apertura de Huecos

En cada grupo de trabajo se acostumbra mantener a disposición bien sea en su bodega de herramientas o en el camión asignado para los trabajos un conjunto de herramientas para apertura de huecos tales como palas rectas y cucharas de mango largo, palendras, barras de acero, barretones y zapapicos con los cuales realizar los trabajos necesarios para preparar las implantaciones de postes y de anclajes y excavar trincheras para la colocación de ductos. A estas herramientas se les debe dar el uso apropiado a sus funciones de picar, remover y extraer o de rellenar. Se usa también un pequeño pisón de hierro para compactar la tierra alrededor de los postes y de las anclas.

5.2.4 Escaleras

Las escaleras apropiadas para los trabajos que se van a realizar deben estar disponibles en el camión. Las escaleras sencillas y las de extensión vienen en tamaños apropiados para alcanzar las estaciones de trabajo suficientemente bien apoyadas en altura y colocadas en el piso firme, con zapatas de material antideslizante. El material de las escaleras debe ser aislante preferiblemente en fibra de vidrio o en madera seleccionada exenta de nudos y con vetas longitudinales. De ninguna manera se usarán escaleras metálicas en trabajos sobre redes eléctricas.

La construcción de las escaleras debe ser sólida. Los herrajes de enganche y el aparejo de extensión deben ser de acero templado. La manila del aparejo debe ser de fique, de nylon o de polietileno finamente trenzada.

Las escaleras que se colocan sobre andenes y vías deben ser adecuadamente protegidas del tráfico de peatones y vehículos.

Las escaleras deben ser inspeccionadas diariamente en forma cuidadosa por el personal antes de utilizarlas.

Las escaleras se colocan según su longitud en los lugares más cercanos a los sitios de trabajo de tal suerte que permitan la operación de linieros con relativa comodidad. Una vez colocada la escalera y estando firme el gancho de en tensión se requerirá la participación de dos personas: una que ascienda



por la escalera y otra que permanezca al pie de ella sosteniéndola para que no se ladee ni se deslice, por lo menos mientras quien asciende tiene oportunidad de amarrar la escalera entre un peldaño firme y el poste o soporte donde se encuentra adosada. El amarre se hace con una corta cuerda de fique, manila o acrílico fuerte y bien trenzada y rematada con nudos apropiados para evitar que se suelte accidentalmente.

Cuando se exige una escalera para trabajos sobre la red, la distancia desde el sitio de apoyo hasta la pata de la escalera no deberá ser mayor que una cuarta parte de la longitud de la escalera.

5.2.5 Bolsa de Herramientas

Se requiere mantener un contenedor aislado de tela fuerte o de lona para subir y bajar herramientas y materiales hasta y desde los sitios de trabajo y para el almacenamiento de pequeñas herramientas o materiales.

Ningún material cortante o punzante deberá almacenarse en la bolsa para evitar que piezas rotas o vidrios puedan afectar en otras ocasiones guantes o protectores de caucho que sean izados en la bolsa.

5.2.6 Seguetas

El uso de seguetas se debe hacer únicamente en tierra en la mayoría de los casos. Cuando por razón especial del trabajo debe realizarse un corte pesado en altura se iza la segueta teniendo en consideración que se debe tener una hoja de corte afilada para que el corte sea limpio y rápido y que el uso debe ser cuidadoso para evitar acercarse o tocar otros elementos ajenos al corte. De ninguna manera se debe usar cerca de líneas energizadas.

5.2.7 Equipos de Tensionado

El grupo de trabajo debe estar dotado de un número suficiente de elementos de tensionado tales como poleas, malacates, diferenciales, aparejos, estrobos, trinquetes (ratches), tensor de mordazas paralelas para halar (comelones), dinamómetros, etc. que permitan realizar las labores simultáneamente en las diferentes fases para mayor eficiencia y mejor tratamiento a los elementos de trabajo. Los operarios deben tener el entrenamiento apropiado para la utilización de las diferentes herramientas a fin de que el trabajo sea eficiente y seguro.

5.2.8 Portacarretes

Para facilitar el corrido de las líneas que son tensionadas se utilizan herramientas portacarretes cuyo tamaño depende de la longitud y el peso del cable que se está manejando. Las hay del tipo de carretilla de posición horizontal donde un mecanismo de giro permite que el carrete o el rollo de cable giren en la medida en que se vaya halando la línea. Funciona hasta ciertos límites de peso.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

Cuando el carrete es pesado se utilizan soportes laterales fijos y un eje macizo sobre el cual gira el carrete en forma vertical.

Cuando los carretes no están siendo utilizados deben permanecer colocados en sitios secos donde no perturben las operaciones de construcción ni impidan el tránsito de vehículos y de peatones. Para evitar deterioro de los carretes en almacenamientos prolongados deben ser aislados del piso para que no se humedezcan y cubiertos con materiales impermeables.

5.3 RECOMENDACIONES PARA EL CUIDADO DE HERRAMIENTAS

Todas las herramientas deben ser mantenidas en las mejores condiciones de limpieza, de lubricación y de seguridad. Tanto equipos como herramientas deben estar en excelente estado antes de su utilización. El uso de herramientas y equipos defectuosos debe ser prohibido.

Las correas y fajas de los linieros y otros equipos, incluyendo todas las herramientas de propiedad de los trabajadores que puedan ser usadas en trabajos comunes deben ser inspeccionadas por lo menos cada 30 días por el personal de seguridad de la Empresa.

Las partes cortantes de las herramientas deben mantenerse afiladas y los filos protegidos.

Las herramientas deben ser manejadas cuidadosamente para evitar averías por golpes contra objetos contundentes.

Las herramientas para trabajos en líneas energizadas deben mantenerse limpias y deben ser inspeccionadas visualmente antes de cada uso. Si se detectan, durante el examen, defectos que puedan afectar adversamente el aislamiento o la integridad mecánica de la herramienta, ésta debe ser sacada del servicio.

A las herramientas y equipos de trabajo con tensión se les debe realizar pruebas de rutina periódicamente de acuerdo con los procedimientos normalizados de nivel nacional o internacional. Las herramientas que presenten valores de prueba fuera de los aceptados deben ser marcadas y retiradas de uso.

Debe conocerse la carga máxima mecánica a la tensión, a la flexión y torsión que soportan cada una de las herramientas que se utilicen de acuerdo con las fichas técnicas y nunca sobrepasar esta carga.

6 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN EN REDES AÉREAS

Los procedimientos para la construcción de las redes aéreas son en general, aplicables a todas o a gran parte de las operaciones que se realizan en la construcción de redes aéreas, los cuales se presentan a continuación:



6.1 APOYOS

Los apoyos son las estructuras destinadas mediante aisladores adecuados a fijar o sustentar los conductores y demás componentes de una línea aérea. Los siguientes son los procedimientos que se deben tener en cuenta para la construcción de apoyos en las redes aéreas:

6.1.1 Excavaciones para Hincado de Postes

Las excavaciones para la instalación de postes deberán tener las dimensiones indicadas en los planos de construcción o normas técnicas de construcción, utilizando las herramientas mecánicas o manuales propias para estas actividades.

La zona de trabajo debe estar señalizada y delimitada. Se deberá evitar remover mucho el terreno para que éste no pierda consistencia en la zona inmediata alrededor de la excavación.

Se deberán tomar todas las precauciones para dejar el menor tiempo posible las excavaciones abiertas con el fin de evitar accidentes.

Una vez realizada la excavación, deberá revisarse que el fondo sea lo más plano posible y esté lo suficientemente compactado con el fin de distribuir adecuadamente las cargas verticales actuantes de los postes. Las paredes de la excavación serán perpendiculares al terreno.

El material resultante de la excavación deberá colocarse al lado de ésta, de tal manera que sea reutilizado una vez izado el poste y el sobrante deberá retirado del sitio a la mayor brevedad posible.

La realización de excavaciones en zonas urbanas deberá ser lo más cuidadosa posible debido a que se pueden encontrar canalizaciones con redes de baja y/o de media tensión energizadas que puedan causar choque eléctrico al operario. El personal deberá estar atento a la señalización colocada sobre la canalización y proceder a realizar con cuidado apiques de exploración cuando se tengan dudas al respecto.

6.1.2 Manipulación de Postes

Los postes se encuentran normalmente apilados durante su almacenamiento. Antes de proceder al cargue debe verificarse el correcto acunamiento de las pilas para evitar rodamiento durante la operación. Los postes se deben manejar con equipos de izaje, dados su longitud y peso.

Para izar un poste con grúa se debe proceder a amarrarlo con eslingas repartiendo adecuadamente el peso, con lo cual se evitan deformaciones. La manipulación se debe hacer con dos operarios, uno a cada extremo, a fin de izar suavemente la carga y evitar que gire y golpee a personas y equipos cercanos.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

Al acomodarlos en un remolque debe cuidarse el buen reparto de la carga en relación con los ejes del vehículo y el apilamiento debe realizarse en forma ordenada con los amarres correspondientes y acuñaientos que eviten accidentes por volcamiento de la carga.

El transporte debe ser realizado con las señalizaciones del caso en los extremos de la carga cuidando especialmente de que en las curvas cerradas y en las esquinas, la proyección de la carga no choque contra objetos o personas en el área.

Para bajar los postes con grúa debe procederse con igual cuidado al observado durante el cargue. Cuando se trata de distribuir postes a lo largo de una red de construcción debe tenerse en cuenta que los postes no queden obstaculizando el paso de vehículos y peatones.

6.1.3 Izaje de Postes en Sitio

Para izar y colocar en su sitio cada poste lo común es utilizar grúas de torre o de pluma con un cabrestante accionado por el motor del camión de linieros o por un equipo especializado.

Para levantar el poste se debe proceder a amarrarlo con eslingas un poco más arriba de la mitad del poste de tal manera que por ser la parte más gruesa más pesada que la punta, el poste al izarlo adquiera posición vertical.

El poste se levanta en forma gradual hasta cuando llegue a una posición casi vertical y la cabeza esté un poco más arriba del suelo. La cabeza es mecida suavemente hasta cuando quede colocada directamente sobre la excavación, entonces se baja el poste lentamente dentro de la misma, hasta cuando el poste toca fondo.

Como la excavación es relativamente estrecha el poste tiene un punto de apoyo en el borde de la excavación. La tensión del cabrestante podrá, entonces, ser aflojada lentamente cuando el poste quede en una posición segura.

Algunas veces los postes son izados con crucetas y conjuntos ya debidamente colocados, lo cual requiere una maniobra más cuidadosa.

Se procede a alinear y a colocar en posición los postes para que se acomoden al diseño de la red y para ordenar los herrajes necesarios para la construcción. La resistencia y la longitud de cada poste en particular están determinadas en las normas y en los diseños de construcción.

Una vez alineados los postes colocándolos en posición vertical se procede a rellenar la excavación bien sea con material sobrante que se apisona fuertemente o realizando mejoramiento de suelo y condiciones del hueco con relleno de concreto y otros materiales en las cantidades y alturas que indican las normas aplicadas específicamente en cada sitio de implantación.



6.2 RETENIDAS

Las retenidas son elementos mecánicos y estructurales que se utilizan en redes eléctricas aéreas para equilibrar las fuerzas longitudinales originadas por tensiones desequilibradas en un vano o vanos adyacentes, por operaciones de tendido de conductores, rotura, por fuerzas transversales debidas al viento y a ángulos de deflexión. Tienen por objeto absorber el exceso de esfuerzos que superan la capacidad mecánica del poste y transmitirlos directamente al suelo.

Las características de las retenidas (número de anclas y cables, sección del cable, dimensiones del ancla, etc.) variarán en función del conductor, poste y el tipo de terreno.

Los cables se instalarán formando un ángulo de 30° con el eje vertical del poste. Cuando una ancla soporte más de una retenida, el ángulo de 30° lo formarán el cable que se sujete a mayor altura y el eje vertical del poste.

6.2.1 Anclaje de Postes

El tipo de anclaje depende del tipo de esfuerzo que se debe contrarrestar. El anclaje consiste en la colocación de un accesorio como base enterrado y colocado conforme a sus características, una varilla de ancla que empata con la base, un cable tensor que transmite los esfuerzos de la línea área hasta la varilla y el anclaje y unos accesorios para permitir el manejo de los diferentes elementos tales como guardacables, mordazas, aisladores de tensión, etc. Normalmente los anclajes deben quedar colocados y en su sitio con la firmeza técnica requerida antes de que se proceda al tensionado de cables en la red superior. Los anclajes se tensionan con relación al soporte teniendo en cuenta la tensión mecánica de diseño de la red.

Una vez fijados el poste o los postes que han de servir de apoyos terminales, teniendo la resistencia adecuada en el piso y cumpliendo las normas de resistencia a la tensión, se procede a preparar las retenidas.

Se realiza la excavación para la zapata, conforme a las dimensiones establecidas en los planos de construcción, procurando que el terreno natural no se altere más de lo estrictamente necesario. Se coloca la varilla del ancla hundiéndola en el terreno en posición diagonal. Se empotran en el fondo de la excavación la varilla y la zapata y se aseguran con la tuerca correspondiente. Se procede a apisonar el terreno y a rellenar con concreto de acuerdo con las especificaciones. La varilla debe quedar ajustada y firme en el ángulo correcto con respecto a la punta del poste que se va a retener.

En el caso de anclajes con perfiles especiales, éstos han de quedar colocados verticalmente, embebidos en concreto, según las disposiciones de la Norma.



6.2.2 Construcción de Retenidas

Para conectar el poste a la varilla del anclaje se utiliza cable de acero de dimensiones normalizadas según la tensión requerida. El cable se mide, se corta y se cabecea (se amarra en el extremo) con hilos de acero especial para entices a fin de prevenir que quede suelto y peligroso.

En el lado del poste se hace una lazada que lo rodee. El amarre del lazo se hace con entice de longitud no menor de diez (10) espirales, debidamente ajustado y firme.

En la parte superior del poste el cable queda colocado por encima de la abrazadera más alta del conjunto que allí esté colocado con lo cual no puede deslizarse hacia abajo. En caso de que se trate de un poste auxiliar para retenida combinada (stub) la lazada se coloca a 15cm del extremo superior una abrazadera de una posición que impida el deslizamiento del cable.

Con el fin de evitar choques eléctricos accidentales en el recorrido del cable, en la parte superior cercana al poste, se colocan aisladores de tensión del tipo que señalen los planos de construcción, según el nivel de tensión que se está protegiendo. Los remates del cable de retenida a uno y otro lado del aislador se hacen normalmente entizados.

En la parte inferior se coloca engarzado al ojo de la varilla del ancla un guardacables y sobre él se pasa el cable haciendo la lazada inferior. Se da la tensión apropiada con el equipo de tensionado correspondiente, en este caso un equipo de trinquete (ratchet) o un aparejo pesado.

Una vez que se logra la tensión final se procede a colocar un entice para asegurar el lazo. Es usual rematar con un entice cerrado para que el cable no quede abierto y expuesto a daños.

6.2.2.1 Construcción Retenida de Doble Tijera

En la construcción de la retenida en doble tijera una buena parte del armado se hace en tierra.

Se mide un tramo de cable equivalente a tres veces la longitud de la cruceta metálica. Se rematan las puntas.

En el centro de la longitud del cable cortado se ensarta un aislador de tensión del nivel de aislamiento apropiado, según la norma. Detrás del aislador se reúnen los cables y se amarran con un entice largo.

Se toma la medida desde el aislador hasta el poste intermedio y en el aislador de tensión se hacen la lazada y amarre entizado del caso para completar la línea de extensión.

Ya en el sitio de trabajo del poste en media tensión los extremos del cable se pasan por los huecos de las respectivas tuercas de ojo instaladas en el extremo de los tornillos pasantes que amarran las crucetas, tal como aparece en los conjuntos normalizados.

En cada tuerca de ojo se coloca un guardacable, se hace un lazo y el amarre entizado correspondiente.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

Terminado el trabajo en el poste de media tensión se hace lo correspondiente en el poste intermedio donde se enlaza el cable por debajo de la abrazadera más alta para evitar que resbale hacia abajo.

Se procede enseguida a dar tensión con el aparato previsto para el caso y cuando ya se ha conseguido el nivel requerido se amarran y rematan los cables.

Entre el poste y la tierra se maneja la retenida como en el caso de la retenida directa.

6.2.2.2 Construcción Retenida a Perfiles Metálicos

Cuando se trata de retenidas a perfiles metálicos anclados en tierra el procedimiento en el lado superior y en el aislador de tensión es semejante al de la retenida directa a tierra. En el lado del perfil la lazada de cable pasa por el ojo de una argolla soldada al mismo, la cual se protegerá con un guardacables. El remate se hace con una mordaza de tres tornillos una vez se consigue la tensión calculada, debidamente ajustada.

6.2.2.3 Construcción Retenida de Pie de Amigo

El procedimiento constructivo indica que una vez seleccionado el punto de contacto de los dos apoyos se colocan dos abrazaderas de una posición en cada poste y a ellas se fijan las partes correspondientes de la bisagra. Con la grúa se iza el poste o el tubo de apoyo y se coloca en el hueco preparado con la cimentación correspondiente de tal manera que las partes de la bisagra queden enfrentadas. Si es necesario se ajustan las posiciones de las abrazaderas hasta encontrar la coincidencia entre los huecos de la bisagra. Una vez logrado esto se coloca el tornillo pasante y se fija la bisagra. Entonces, se suelta suavemente el poste para que quede con los dos puntos de apoyo fijos.

6.3 CONJUNTOS

De acuerdo con lo presentado en el Capítulo 3 de las Normas de Diseño de Media y Baja Tensión, Cálculo Mecánico para Líneas de Media y Baja Tensión, los conjuntos son arreglos o configuraciones de las redes aéreas para servir de apoyo y fijación a los conductores en postes de concreto.

Para las redes de distribución aéreas en baja tensión se definen los siguientes tipos de arreglos o conjuntos para montaje vertical en postes de concreto: Corrido, Terminal, Doble Terminal o una combinación de los conjuntos antes indicados.

Para las redes de distribución aéreas en media tensión se definen los siguientes tipos de arreglos o conjuntos para montaje en postes de concreto: Corrido, Cruceta al Centro, Cruceta en Bandera, Estructuras en Triángulo, Estructuras en H, Estructuras en Suspensión, Estructuras en Retención, Estructuras Terminales o una combinación de los conjuntos antes indicados.

A continuación se incluyen los procedimientos para la construcción de los conjuntos típicos de una red de distribución:



6.3.1 Conjuntos de Media Tensión

6.3.1.1 Conjunto Corrido

El procedimiento de construcción de un conjunto corrido se inicia teniendo un poste debidamente hincado y cimentado; sobre él se apoya la escalera para preparar la estación de trabajo correspondiente. El conjunto corrido de media tensión comprende una cruceta metálica y un angular que complementa la estructura. Cuando se trata de construcción centrada la cruceta tiene huecos normalizados para fijación en el centro y para amarre del angular en V. Cuando se trata de construcción en bandera la cruceta va amarrada al poste en un extremo y el diagonal angular va colocado entre la cruceta y el poste. Cada configuración depende, del nivel de tensión y del calibre de los conductores, lo cual es necesario para seleccionar los herrajes correspondientes.

Para facilitar las tareas en altura usualmente se unen en tierra la cruceta y el angular en V, o la cruceta y el extremo del diagonal angular que va fijado a aquella con sus accesorios de ajuste. Cuando el liniero está en el sitio de trabajo procede a colocar en el sitio que indica la norma la abrazadera superior que será de una o de dos posiciones dependiendo de que se trate de un conjunto sencillo o doble. Con la medida del angular en V o del diagonal angular se fija la abrazadera inferior. En las posiciones receptoras de la abrazadera debe quedar el tornillo de amarre listo para recibir la cruceta y el diagonal angular o el angular en V, los cuales serán izados una vez que las abrazaderas, principalmente la superior estén en su sitio debidamente ajustadas. El conjunto de cruceta y angular se presentan y se ajustan con los pernos correspondientes y los accesorios indicados, los cuales usualmente conserva el liniero en la bolsa de materiales menores que le es fácilmente accesible.

El conjunto se alinea, se cuadra y se ajusta siguiendo los detalles de ensamble de materiales que indican los planos de construcción.

En los conjuntos corridos se colocan sobre la cruceta los pines según el diseño y en ellos se colocan los aisladores de pin correspondientes ajustando adecuadamente tanto los herrajes como los aisladores.

6.3.1.2 Conjunto Terminal

Los conjuntos terminales en media tensión son aquellos que doblan el número de herrajes para darle fortaleza a la estructura donde se finaliza una línea de conducción de energía eléctrica. A cambio de abrazaderas de una salida se utilizan abrazaderas de dos salidas para colocar a cada lado del poste un conjunto de cruceta y diagonal en la forma expresada para el conjunto corrido.

En los lugares establecidos por los planos de construcción, las crucetas metálicas están perforadas para permitir que la estructura quede sólidamente amarrada por medio de pernos pasantes.

En estas condiciones la estructura queda lista para soportar terminales a ambos lados o terminal y retenida, según el caso.



En los conjuntos que son dobles terminales cuando sus respectivos circuitos van a estar conectados lo deben estar por la parte superior. Por ello se usan dos juegos de aisladores, uno para cada cruceta, colocados conforme se indicó para el conjunto corrido. Los aisladores de tensión del terminal se colocan de acuerdo a la secuencia en cadena que indican los planos a saber: tuerca de ojo, grapa terminal y guardacable, los cuales han de quedar listos para los procedimientos de tendidos de las líneas.

6.3.1.3 Conjuntos Múltiples

Los conjuntos múltiples son sencillamente unos escalamientos de conjuntos diversos que se hacen en el poste para soportar otros circuitos o para hacer derivaciones. Los conjuntos múltiples están formados en todos los casos por conjuntos terminales o conjuntos corridos, según como el diseño lo indique. Se colocan en distintos niveles de la cruceta según lo indiquen de una parte el diseño específico, que señala la finalidad de uso de las redes que se construyen y los planos de construcción que señalan separaciones mínimas y el uso apropiado de los materiales que hacen parte de los conjuntos.

Como principio general de construcción de redes eléctricas aéreas debe tenerse en cuenta que:

- a) Una línea colocada en posición superior alimenta a una colocada en posición inferior y nunca al contrario.
- b) Las protecciones de un ramal derivado se colocan en la cruceta inicial de la derivación alimentando sólo por la parte inferior.

6.3.2 Conjuntos de Baja Tensión

Las redes de baja tensión comúnmente están soportadas en posición vertical. Los conductores están espaciados conforme a los planos de construcción. La colocación de la red secundaria se hace generalmente en el lado del poste que da a la calle.

En cada poste se colocan perchas normalizadas según el número de conductores y el tipo de conjuntos que componen la red que se construye, con posiciones para un conductor neutro (posición superior), para fases (una, dos o tres, según el tipo de red) y, usualmente, una posición para el alumbrado público.

Las perchas se fijan a los postes con abrazaderas. El número de abrazaderas depende de la función que tiene la percha.

Cuando se trata de un conjunto corrido la percha se soporta con dos abrazaderas de una salida cuyo diámetro depende del poste sobre el cual éstas se colocan. El operario debe medir y el ayudante debe ajustar la mitad de cada abrazadera a la percha, abrir al máximo uno de los tornillos de ajuste de la abrazadera y soltar el otro lado manteniendo colocada la tuerca correspondiente.

El liniero iza el conjunto de materiales (percha - abrazaderas) y en el sitio presenta la percha en el lugar previsto para mantener la altura adecuada respecto del piso, a los postes y a los equipos que harán parte de la red. El liniero rodea el poste con la abrazadera superior y coloca en posición el tornillo de



extensión que permanecía suelto. Fijada la posición de la percha hace un primer ajuste y procede a hacer similar operación con la otra abrazadera.

En ese punto verifica alineación y altura antes de proceder al ajuste final.

Cuando se trata de conjuntos terminales se coloca una abrazadera por cada conductor de la red. La norma de construcción establece los tipos de abrazaderas que se utilizan, según las diferentes clases de terminales (sencillo, doble, etc.).

La forma más eficiente de colocar en el poste los conjuntos es prearmando en el piso las perchas con las abrazaderas en la forma antes indicada.

Una vez fijadas las perchas y ajustados los pernos de las abrazaderas se procede a colocar los aisladores de carrete asegurando la varilla sujetadora con un pin.

6.4 CONDUCTORES PARA REDES AÉREAS

A continuación, se incluye una descripción general de la forma como se utilizan los diferentes conductores en las redes de distribución aéreas:

6.4.1 Conductores de Media Tensión

6.4.1.1 Tendido

El tendido de redes de media tensión se lleva a cabo una vez que los postes y las retenidas que exige el diseño han sido colocados, cimentados, estén debidamente fraguados los concretos y aplicados los esfuerzos equivalentes a las tensiones contrarias que soportarán en la red y que las compensarán.

Estando colocados los aisladores de pin y de tensión en sus sitios se procede a situar el carrete o los rollos del conductor que va a ser colocado en el extremo de la línea desde la cual se dará tensión.

Por medio de una línea de izaje que sirve de guía se irán colocando sobre las crucetas los conductores junto a los respectivos pines cuidando de que no resbalen y se caigan. El conductor al ser halado va corriendo sobre las crucetas procurándose no dejar vamos flojos que puedan causar molestias en el tráfico de peatones y vehículos o interferir con redes existentes.

Para líneas de mayores calibres que tienen tendencia a caerse al piso y pueden deteriorarse al correr sobre superficies ásperas se deben montar andamios de protección del tráfico a fin de mantenerlas en altura y cuidar que la tensión aplicada para halar sea sostenida. Cuando hay dificultades para que los conductores corran sobre las crucetas se colocan sobre estas unas poleas atornilladas provisionalmente a las mismas sobre las cuales corran los conductores fácilmente. Hay poleas especiales para los ángulos mayores de 3° y menores de 15° donde se trabaja con doble pin corrido.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

Una vez que todos los conductores están extendidos hasta el sitio de remate se hacen los preparativos para el tensionamiento. Se colocan, unidos a los eslabones del último aislador de tensión, los guardacables para conductores menores y el conjunto de eslabón de ojo y mordaza para conductores más pesados, distinguiendo esta última según los tornillos de ajuste de acuerdo al menor o mayor calibre del conductor tal como lo indican los planos de construcción.

Cuando se usa guardacable se pasa el extremo del conductor por la canal de éste y se hace una lazada cerrada que se remata con un amarre por medio de conector de compresión apropiado al calibre.

Si se usan grapas terminales estas se colocan según la posición necesaria para finalización del circuito (cañuela hacia abajo) o para doble terminal (cañuela hacia arriba), se introduce el extremo del conductor en la cañuela de la grapa dejando libre un tramo según la utilización que se requiera (puente) o para el remate apropiado. Se procede a hacer el ajuste de las cañuelas hasta asegurar firmemente el conductor.

La operación de amarre y remate puede hacerse en tierra y subirse los conjuntos listos para ser acondicionados en la cruceta terminal. Se procede luego a subir sobre los aisladores la línea que será tensionada.

En el otro extremo de la línea, donde se dará tensión, se miden los conductores y se preparan para que el liniero en el sitio de trabajo en altura pueda manejarlos. Se suben atados a una cuerda de izaje y el liniero coloca la grapa de halar (comelón) en una posición que pueda dominar con relativa facilidad, instala el aparejo o el trinquete (ratchet) extendido y fijado en sus extremos a la grapa de halar y a un punto fijo en la cruceta. Se procede a dar tensión acortando la extensión de la herramienta de tensionado hasta cuando la línea haya alcanzado la flecha predeterminada en el cálculo mecánico de la línea de media tensión o, si no está fijada, cuando la práctica lo aconseje procurando que los conductores no queden excesivamente tensos. Una vez lograda la tensión necesaria se amarra y remata como se hizo en el otro extremo, se cortan sobrantes y se procede a aflojar la tensión de los equipos de tensionado.

En algunas oportunidades, cuando los conductores son muy pesados se usan diferenciales de cabrestante traccionados por máquinas independientes. La tensión puede ser medida intercalando en el equipo de tracción del tendido un dinamómetro que señalará cuando se ha alcanzado la tensión de diseño.

La operación final consiste en amarrar en cada aislador de pin la línea a la ranura superior del aislador para evitar que ésta se zafe, siguiendo formas y patrones de amarre preestablecidos que deben facilitar las maniobras cuando se trabaja con líneas energizadas. Para los amarres se usan hilos de conductores del mismo material, debidamente recocidos.



6.4.1.2 Puentes, Cruces y Remates

Es necesario tener en cuenta ciertas reglas para proceder a la construcción de las redes de media tensión, así:

Puentes Horizontales:

Son aquellos que se hacen por encima de un doble terminal apoyados en aisladores de pin colocados sobre las crucetas. Se realizan midiendo una longitud suficiente para que los empates se hagan 20 cm adelante de las grapas terminales. Los empates se hacen con conectores bimetálicos tipo tornillo en la dimensión de acuerdo con los planos de construcción. Todos los puentes se hacen en conductor de cobre duro de un calibre igual o superior al de los conductores que se presentan.

Los aisladores de pin se ajustan sobre pines colocados encima de las crucetas en igual forma de como se hace para conjuntos corridos.

Una vez ajustados los conectores de tornillo se amarran los puentes a los aisladores en la forma normalizada

Cruces (Puentes Verticales):

Son aquellos que se hacen para conectar dos tendidos de líneas que se entrecruzan a niveles diferentes. El material de los cruces que se utiliza es de cobre duro de calibre igual o superior al de los conductores que se puentean. El cruce está dividido en dos secciones, cada una de ellas amarrada mediante un conector bimetálico de compresión a un conductor y doblada en ángulo recto hasta encontrar y traslapar en 12 cm el puente que es preparado en la misma fase del otro tendido. En el sitio del traslape se coloca un conector bimetálico de tornillo del calibre apropiado que permita en un caso dado su apertura y separación.

Remates:

Los remates en los conductores de media tensión se harán con conectores bimetálicos de compresión seleccionados de acuerdo con el calibre del conductor. Sirven para amarrar la lazada final entre la línea y la cola de retorno.

6.4.1.3 Acometidas Aéreas

Las acometidas aéreas en media tensión son derivaciones con protección de fusible. Para realizar la derivación es necesario construir en un nivel inferior, un conjunto doble terminal con crucetas de centro con los procedimientos antes indicados el cual será un terminal sencillo o un terminal doble, con la retenida que sea del caso. Las crucetas se amarran entre sí con una canal en U, tal como lo indican los planos de construcción.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

Una vez construido el conjunto se colocan los pines y aisladores de pin necesarios para hacer seguros los puentes, los cuales se ajustan firmemente.

La línea aérea de acometida en media tensión se debe construir con las mismas características de una línea de media tensión normalizada.

Una vez definida la acometida se procede a colocar los cortacircuitos en el arranque de la acometida y en el sentido de la línea. Se colocan dos de ellos en el espacio entre la línea externa y la central y el otro en cercanías de la otra línea.

Se hacen los respectivos puentes conectando la cabeza de cada cortacircuito que tiene sus propios conectores al puente preparado el cual pasará por la parte superior de los aisladores de pin a los cuales se amarrará firmemente o directamente a la línea y se fija al circuito alimentador con un conector bimetálico de compresión. No se debe olvidar que el puente se construye en conductor de cobre desnudo del calibre apropiado a la acometida.

6.4.1.4 Acometidas Subterráneas

Para la construcción de una acometida subterránea en media tensión es preciso tener en cuenta que se requiere la construcción de un conjunto sencillo de soporte en un nivel inferior en el poste donde se hará la derivación.

En el conjunto superior, que normalmente debe ser un terminal doble, se colocarán las protecciones de cortacircuitos en la cruceta delantera y los descargadores de sobretensiones en la cruceta trasera.

En la cruceta del conjunto inferior se colocarán los terminales correspondientes al circuito de media tensión una vez éstos han sido conectados a sus respectivos cables, siguiendo los procedimientos y técnicas de construcción particulares para estas labores.

Las conexiones se deben hacer conectando las cabezas de los cortacircuitos y descargadores de sobretensiones a la línea respectiva con conectores bimetálicos de tipo tornillo, las salidas de los descargadores de sobretensiones a la correspondiente puesta a tierra que ha debido de estar debidamente preparada con anterioridad y las salidas de los cortacircuitos a las cabezas de los terminales de media tensión de los cables, los cuales ya han debido estar correctamente preparados y en su sitio.

6.4.1.5 Pases Subterráneos

Los pases subterráneos se construyen a cada uno de los lados de entrada y salida de la misma manera como se indicó antes para la acometida subterránea.

La canalización vertical se hará con tubo metálico galvanizado tipo IMC, cerrado en su tope con breá para evitar la entrada de agua, ese tubo metálico se adosa al poste de una manera firme con cinta de acero inoxidable y hebillas.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

Al pie de cada poste se construirá una caja de registro. Entre las cajas de registro se construirá la canalización que indique el diseño. Los cruces de las vías se harán a profundidad no inferior de 80 cm del nivel de la calzada de acuerdo con los planos de construcción.

6.4.2 Conductores de Baja Tensión

6.4.2.1 Tendido

Las redes aéreas de baja tensión están compuestas de conductores dúplex, tríplex o cuádruplex de aluminio, tipo AAC colocados según los planos de construcción y con calibres que responden a las características eléctricas necesarias para que el proyecto cumpla los fines correspondientes.

Para el tendido de las líneas de baja tensión los conductores se colocan en carretes o en rollos en el extremo del tramo de la línea donde se va a dar tensión final o doble tensión, para facilitar las maniobras de corte y manejo de extremos.

El extremo de cada conductor se amarra a una línea de izaje suficientemente fuerte para halar el conductor, la cual se va pasando por detrás de los aisladores de carrete en cada percha de tendido corrido empezando por la más alta y se hala para desenrollar el carrete o el rollo e ir extendiendo la línea en altura, manteniendo una cierta tensión para que los conductores no se arrastren y se deterioren y para que no molesten al tráfico o a los peatones. Debe haber suficiente personal para halar y para vigilar la maniobra.

Estando todos los extremos listos se procede a preparar en tierra las lazadas y remates de cada una de las líneas cuidando que se conserven en lo posible la mayor cantidad de aislamientos. En el poste terminal se retira la varilla de la percha, se retiran los aisladores y luego en orden se van colocando las lazadas que deben quedar montadas en los aisladores de carrete en la medida en que éstos se van reponiendo y la varilla quede en su sitio fijada por el pin inferior.

En el otro extremo de las líneas se prepara el tensionamiento haciendo los cortes correspondientes una vez tomadas las medidas del caso, sellando los extremos para evitar desenrollamiento del conductor, lo cual acarrea molestias y peligros en la maniobra. Se prepara el sitio de tensionamiento en lo alto del poste y se amarra a cada conductor una garra de tensión (comelón) y pegado a su argolla el gancho de un aparejo. Se cuelga de la abrazadera en el poste el otro extremo del aparejo, estando éste bien extendido. Se procede a recoger el aparejo con lo cual se va acortando la distancia entre sus ganchos de tal manera que el conductor suba a la altura requerida en el nivel correcto y quede con la tensión necesaria según las características de los conductores. Cuando la tensión es la adecuada se fija el aparejo y entonces el liniero colocado en el puesto de trabajo de la percha terminal hace la lazada por detrás del aislador y se prepara a hacer el amarre y el remate utilizando la llave de empalme y los conectores que se indican en los planos de construcción para garantizar un amarre firme sin posibilidad de que se suelte.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

En la medida en que se va terminando el amarre y el remate en cada línea se puede soltar suavemente el aparejo hasta cuando sea la propia línea la que absorba la tensión y se compruebe que el procedimiento ha sido correcto.

Estando todas las líneas tensionadas y rematadas se procede a su amarre a los aisladores en cada poste, según lo indican los planos.

Hay algunas reglas que es preciso tener en cuenta en el tendido de redes de baja tensión a saber:

- Las tensiones deben ser compensadas o sea que cuando se da tensión a una línea el conjunto de retenida debe estar tensionado de antemano o en un terminal doble en lo posible se tensiona el mismo nivel simultáneamente a cada lado del poste.
- En los terminales se deben dejar en los extremos cabos de conductor suficientemente largos que permiten formar el puente sin recurrir a una sección separada de conductor. Si el cabo no se utiliza como puente se puede dejar adosado con cinta aislante o con unas vueltas de hilo de conductor a la misma fase.

6.4.2.2 Puentes, Cruces, Remates y Bajantes de Transformadores

Se hacen uniones, empalmes y finalizaciones de líneas mediante métodos comunes, a saber:

Puentes:

Los puentes en redes de baja tensión de configuración vertical son siempre horizontales y se refieren al mismo nivel posicional con lo cual se conserva el orden y se evitan accidentes.

A los extremos y al sitio de empalme de cada conductor que conformará el puente se les quita el aislamiento, si son aislados, en una longitud de unos 20 cm, se limpian las superficies y se presentan uno junto al otro de tal manera que se traslapen a lo largo de la extensión antes mencionada. Se amarran a un extremo con la llave de empalme y se procede a colocar el conector de compresión. Se suelta y se procede a repetir la operación en el otro extremo. Los conectores deben ser de material similar al de los conductores para evitar corrosiones o tener las protecciones bimetálicas apropiadas.

Cruces:

En baja tensión dado que la configuración es vertical los cruces se hacen verticales o sea empalmando cada nivel con el correspondiente, mediante puentes apropiados que se harán con conductores del mismo metal unidos a las redes en sus extremos con conectores de compresión.

Los empalmes a cada extremo deben ser cubiertos con cinta aislante suficiente para vulcanizar el amarre y restablecer sus condiciones de aislamiento.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

Cuando el soporte vertical de los conductores no es suficientemente bueno se rigidiza el cruce utilizando aisladores de carrete guiados por una varilla y ajustados con un pin (separador) a los cuales se amarran los conductores individualmente.

Remates:

Los remates son las finalizaciones de las líneas que se dan en sus extremos. En las líneas de baja tensión consisten en lazadas hechas en los soportes de retención que usualmente son aisladores de carrete. El remate consiste en el corte a la longitud definitiva, el paso por detrás del aislador, la presentación de los conductores y el amarre definitivo por medio de conectores. Esta operación se hace con las líneas sueltas o sea sin tensión. Se procede a retirar el aislamiento, si lo hay, en una extensión de 20 cm. Se ajustan las dos líneas con la llave de empalme en el lado interno del remate o sea hacia el aislador y se procede a colocar y ajustar los conectores para lograr que el amarre sea firme y capaz de soportar con suficiente seguridad la tensión normal del conductor y los esfuerzos adicionales que puedan sobrevenir. Los remates se ensayan al soltar los equipos de tensionamiento.

Los remates deben de cubrirse con cinta aislante vulcanizable.

Bajantes de Transformadores:

Los bajantes de transformadores son conductores aislados de calibre ampliamente suficiente para soportar las máximas corrientes de diseño de los transformadores a los cuales se van a conectar.

Los bajantes deben acondicionarse según el tipo de transformador del cual se derivan pues deben sujetarse firmemente a los terminales de baja tensión de éstos que son de platina con tornillos, de mordaza, etc. Se acondiciona ese terminal para acople firme y seguro.

La longitud de los bajantes debe ser suficiente para alcanzar sin dificultad el conductor al cual van a alimentar. Los extremos del bajante, al igual que el sitio donde se empalmará éste con el conductor correspondiente deben tener removido el aislamiento, si lo tenían, y las superficies deben estar limpias para proceder a empalmarlos. Se procede como en los casos anteriores utilizando llaves de empalme y conectores de tornillo o de compresión con superficies de contacto, tal como lo indican los planos de construcción correspondiente, suficientemente grandes para permitir el paso franco de la corriente. Los empalmes se cubrirán con suficiente cinta aislante vulcanizable.

6.4.2.3 Acometidas Aéreas

Las acometidas aéreas en redes de baja tensión son de tipo concéntrico el cual usualmente se utiliza en calibres menores donde todos los conductores van cubiertos por una funda plástica siguiendo el modelo de construcción para estos conductores especiales y de tipo abierto para calibres entre 6 AWG y 1/0 AWG estando aislados todos los conductores, inclusive el neutro. En las acometidas abiertas los conductores van anillados cada 25 centímetros en un paquete entre la red de baja tensión y el capacete que la recibe en la parte alta de las edificaciones. Entre el capacete y la caja de medidores de energía,



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

las líneas están sueltas dentro de la tubería. En la caja de medidores de energía deben estar perfectamente identificadas según sean neutro o fases A, B o C.

La tensión mecánica entre la acometida y el tubo metálico que la recibe debe quedar disipada por un amarre aislado que se hace al poste de derivación con un aislador de carrete pequeño y por un amarre similar en el tubo que la recibe tal como lo indican los planos de construcción. Esto con el fin de que la red no tenga que soportar las tensiones de cada acometida en los puntos de conexión y de que la entrada al capacete también esté exenta de tensiones mecánicas que pueden deteriorar los conductores y producir cortocircuitos.

Los conductores deben ser continuos, sin empalmes, entre la conexión a la red y el punto de conexión a los medidores de energía.

6.4.2.4 Acometidas Subterráneas

Las acometidas de calibre 1/0 AWG y superiores siempre serán subterráneas. Para ello se hace una instalación protegida adosada y asegurada firmemente al poste en tubo metálico galvanizado tipo IMC, rematado en un capacete apropiado. En la base del poste hay una cámara de inspección (hand hole) y desde ésta un conducto subterráneo en tubería PVC hasta la caja de conductores en la instalación comercial o industrial correspondiente que se construyen según los diseños.

La canalización deber ser de capacidad suficiente para que los conductores trabajen en condiciones térmicas apropiadas. Dentro de las canalizaciones no debe haber empalmes y por tanto los conductores deben ser enterizos de un extremo al otro de la acometida.

Las canalizaciones deben ser firmes, perfectamente ajustadas e impermeabilizadas sus uniones para evitar que recojan humedad externa.

La manipulación de los conductores para instalar la acometida debe ser cuidadosa para evitar que los conductores sufran deterioros. Normalmente se usa una sonda de acero que se empata a una malla de halar la cual, a la vez que protege las puntas de los cables, permite la distribución de esfuerzos y evita daño en los conductores.

Cuando el paso de los conductores se hace difícil debe utilizarse grasa para facilitar el deslizamiento de aquellos dentro del conducto.

Los empalmes a la red se hacen individualmente fase a fase siguiendo la técnica de amarre mediante conectores apropiados y cubriendo totalmente con cinta aislante vulcanizable.

6.4.2.5 Conexión a Redes Subterráneas

La conexión de una red aérea a una red subterránea se hace por medio de una canalización de dimensiones apropiadas para los cables según los diseños eléctricos. De acuerdo con la Norma la acometida de conexión entre la redes aéreas y subterránea debe tener todos los conductores aislados,



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

inclusive el neutro. La canalización se hace en un ducto metálico adosado al poste de donde se hace la derivación, el cual quedará firmemente sujeto con cintas metálicas y hebillas de seguridad. El ducto metálico en la parte superior se remata en un capacete apropiado para el manejo de los calibres de la acometida.

En la base del poste debe haber una caja de inspección y en el sitio de empalme entre las dos redes una caja de registro. La acometida y la red subterránea se construyen en conductores de cobre del tipo blando y los empalmes en la red aérea se hacen con conectores bimetálicos del tipo de ajuste paralelo o de tornillo cubiertos con cinta aislante vulcanizable como lo indican los planos de construcción respectivos. En la red subterránea se hacen los empalmes con los conectores apropiados según los planos e igualmente se recubren y vulcanizan con cinta aislante.

Durante la instalación de los cables se debe tener cuidado de que no se deteriore el aislamiento con los bordes afilados de la canalización. Para halar los cables se usan sondas de acero y fundas o mallas de halado. Se pueden utilizar grasas sólidas con el fin de facilitar el desplazamiento de los conductores dentro del tubo.

6.5 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y MEDICIÓN

6.5.1 Cortacircuitos

Los cortacircuitos deben tener características normalizadas para su colocación en la red que tienen que ver con el nivel de tensión, la corriente nominal y la corriente de cortocircuito.

El montaje de cortacircuitos en las crucetas debe ser firme y bien ajustado. Las conexiones también deben de tener ajustes firmes.

Las cañuelas portafusibles deben quedar con un recorrido libre, esto es que no tropiecen con los conductores de conexión cuando se descuelguen automáticamente en una operación.

Debe cuidarse que el cortacircuito quede bien colocado en línea de plomada vertical y con la inclinación suficiente para que al romperse el fusible y soltarse el trinquete de sujeción, la actuación de la gravedad complete la operación.

La instalación de los fusibles debe ser cuidadosa para no lesionar el elemento térmico. Los extremos se ajustarán dejando libre el extremo inferior de la cañuela para la expulsión de gases.

Solamente se debe utilizar el fusible apropiado a la protección que se requiere. De ninguna manera se usarán hilos de conductores u otros elementos que impidan la protección controlada.



6.5.2 Descargadores de Sobretensiones

Los descargadores de sobretensiones normalizados de óxido de zinc se utilizan de acuerdo con el nivel de tensión que van a proteger de tal manera que las sobretensiones que sobrepasen determinados niveles sean drenadas a tierra.

Los descargadores de sobretensiones se instalan directamente sobre las crucetas utilizando los adaptadores que tienen como herrajes particulares para asegurarlas firmemente. La abrazadera de fijación se ajusta una vez colocado en posición cada uno de los descargadores de sobretensiones.

El terminal superior se conecta a la línea que se protege y el inferior va conectado a la línea de aterrizaje que debe estar preparada y medida de antemano, consistente en un conductor bajante que está instalado dentro del poste construido, el cual se conecta en la parte inferior a una varilla de puesta a tierra de baja resistencia.

6.5.3 Medición de Energía en Media Tensión

Las mediciones de energía en redes de media tensión se realizan utilizando transformadores de tensión y de corriente apropiados a la carga del usuario, en cumplimiento de la Resolución 038 de 2014, de acuerdo con las exigencias de precisión de la medición, estableciendo una correlación de medidas que permiten medir periódicamente los consumos que tiene el suscriptor beneficiario del suministro de energía.

La instalación de las mediciones en media tensión se hace normalmente en un conjunto de acometida aérea o subterránea en el cual se utiliza doble posteadura o sea conjunto corrido y terminal, corrido y corrido o doble terminal en cada poste dependiendo de la forma como el circuito de media tensión queda establecido y de la manera como se construye la derivación. Cada uno de éstos conjuntos tiene su particular procedimiento de construcción.

En el conjunto de dos postes, instalados de tal manera como se construye para una plataforma de transformadores de distribución, se coloca en la parte superior una doble cruceta donde se instalan las protecciones.

En un nivel inferior se colocan los transformadores de medición: dos (2) de corriente y dos (2) de tensión conectados tal como aparece en los planos de construcción. Los transformadores se fijan a la plataforma para que queden bien sujetos.

Las conexiones derivadas del secundario de los transformadores de medición se llevan mediante una canalización metálica si es en intemperie y en tubería plástica si es en interiores hasta la caja donde están colocados los contadores de energía activa y reactiva. Los bajantes al poste se fijan con cinta metálica inoxidable y hebillas y la caja de los medidores de energía se fija al poste con abrazaderas.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

No es aconsejable que la distancia entre los transformadores de medición y los medidores de energía sea muy larga. Usualmente no debe superar los 15 m dependiendo de los calibres utilizados en el lado de baja tensión.

6.5.4 Medición de Energía en Baja Tensión

Las mediciones de baja tensión se hacen en el exterior de la propiedad de cada cliente en un sitio de fácil acceso al personal que tomará lecturas periódicas. Consiste en una caja metálica o caja de policarbonato normalizada donde se encuentran instalados el medidor de energía, los fusibles o interruptores que protegen la carga y una cuchilla de corte. Cuando las cargas son mayores se utilizan transformadores de corriente insertados en los conductores que entran a la caja de contadores, de cuyo secundario se derivan conexiones para los contadores.

Para proceder a instalar una medición se tiene identificada la acometida que llega desde la red aérea o subterránea en el sitio de la caja de contadores correspondiente, bien sea sobre la pared, incrustada en ella o sobre un murete preparado a propósito, tal como lo indican los planos de construcción.

Estando la caja unida al tubo de la acometida y firmemente fijada debe procederse a aterrizarla conectando las partes metálicas a una varilla de tierra mediante una línea de puesta a tierra. El neutro de la instalación, antes de la medición también deberá ser conectado a tierra, lo mismo que los demás equipos.

El medidor de energía se debe fijar al fondo de la caja de medidores en posición vertical. Los transformadores de corriente, en caso de que la instalación los requiera, se fijan al fondo o al piso de la caja, de manera tal que los cables se puedan instalar con facilidad. Los secundarios de los transformadores de corriente deben permanecer cortocircuitados hasta cuando se pone en funcionamiento el circuito respectivo.

Las conexiones entre las protecciones y la carga y entre las protecciones y el medidor de energía, cuando no hay transformadores de corriente, deben ser preparados de antemano.

En ese punto la instalación queda lista para que el personal autorizado proceda a conectar el medidor de energía y la salida de carga o el medidor de energía a los transformadores de corriente y a las tomas de tensión y a conectar la carga debidamente.

EMCALI deberá verificar las conexiones y colocar los sellos de seguridad en la medición.

Solamente **EMCALI** o sus delegados están autorizados para romper los sellos de los contadores y equipos de medición avisando previamente al suscriptor. Los sellos rotos siempre deben ser repuestos. En caso de no hacerlo el suscriptor debe dar el aviso del caso a **EMCALI**.



7 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN EN REDES SUBTERRÁNEAS

7.1 ASPECTOS ESPECÍFICOS DE OBRAS CIVILES

Los procedimientos de construcción de las obras civiles son los comúnmente usuales en otras obras de esta naturaleza que tienen que ver principalmente con el planteamiento correcto de los sitios donde estarán ubicadas las canalizaciones y las distintas cámaras, respondiendo a los diseños de red y a los planos de construcción establecidos para cada canalización o estructura determinadas.

Además del planteamiento seguro, el procedimiento correcto tiene que ver con el aprovisionamiento de materiales para la construcción y con el retiro de escombros, con la organización de los trabajos, particularmente los de excavación y canalización, con el fin de que no se causen interferencias a la libre circulación de peatones y vehículos más allá de lo estrictamente razonable.

Se trata, igualmente, del ordenamiento de las construcciones para que se hagan en forma lógica y se eviten demoras y accidentes y de que se les dé un acabado fino a las obras que quedan expuestas.

Es importante que estas obras incluyan procedimientos de seguridad, señalización y prevención.

Para iniciar la ejecución de las obras civiles, se debe tramitar la Licencia de Intervención y Ocupación del Espacio Público según el Decreto 4112.010.20.0409 de junio 14 de 2017, con los documentos requeridos, para lo cual debe presentar ante el Departamento Administrativo de Planeación Municipal toda la documentación requerida.

7.1.1 Canalizaciones

Las obras de canalizaciones de redes subterráneas están compuestas por ductos - usualmente bancos de ductos - que interconectan las diferentes cámaras de conexión, de inspección, de maniobra y de localización de equipos determinadas específicamente en el diseño.

El procedimiento de construcción es el siguiente:

- a) Se realiza el replanteo y se traza la ruta y/o el sitio de localización de las cámaras marcando suficientemente en las superficies duras. Previamente debe haberse investigado con otros usuarios del espacio público la localización de otras redes de servicios (acueducto, alcantarillado, telecomunicaciones, energía, gas, semáforos, etc.) en cuanto a posición relativa y profundidad con el fin de prevenir cualquiera afectación durante el proceso de excavación.
- b) Se despeja la ruta superficial en lo que sea posible o se tienen en consideración las rutas alternativas a fin de que no se presenten interferencias durante el proceso de construcción.
- c) Se delimita con cintas de prevención la zona de construcción para advertir a los peatones y vehículos la interferencia temporal.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

- d) Se procede a romper las superficies duras con equipos neumáticos para acelerar los trabajos dejando a un lado los escombros para retirarlos al final de cada jornada. Se continúa con la excavación de las partes blandas utilizando herramientas convencionales o equipos de excavación cuando las condiciones de ausencia de otros servicios en el subsuelo lo permita, cuidando en el primer caso de evitar hacer contacto de las herramientas con estructuras de servicios conocidos e identificando en zonas residenciales para prevenir el daño de las acometidas residencias. Los escombros se acumulan al lado de las excavaciones sin regarlos desordenadamente para evitar que sean esparcidos por los obreros de la construcción y por particulares. Se debe conservar el material apto para el relleno posterior de la excavación. El resto se debe desechar y se retira al final de caja jornada. Cuando se procede a la apertura de las zanjas el material de la excavación y de mejoramiento del suelo de base y del relleno deben estar preparados para proceder a su colocación tan pronto van siendo completados tramos de zanja que permitan una operación eficiente. En este aspecto debe haber una gran coordinación para minimizar el tiempo de apertura de la zanja, la colocación de ductos y la conformación de rellenos de la excavación.
- e) Cuando se trata de atravesar calles o romper la estructura de las mismas a lo largo de las vías debe tenerse el cuidado necesario para reponer las condiciones de calidad de la base y del pavimento tal como estaba originalmente por lo cual deben afirmarse los rellenos con materiales adecuados y con condiciones de compactación tales que no haya deterioro de las vías. Cualquier falla de los pavimentos imputable a una canalización debe ser solucionada por el constructor dentro de la garantía de estabilidad de la obra.
- f) Los rellenos en zonas que no son viales se deben compactar suficientemente bien para soportar el tráfico normal de peatones y ocasional de vehículos como sucede normalmente en zonas verdes, andenes, etc.
- g) La colocación de ductos se hace en las configuraciones que indican los planos de construcción soportados por una base blanda que le dé la flexibilidad suficiente de acomodo a la superficie el terreno sin añadirle esfuerzos particulares. Los ductos se instalan desde los bordes de las cámaras sellando con mortero de cemento para que la humedad del terreno y de la canalización no penetre en aquellos.

Los ductos se ensamblan unos a otros siguiendo las instrucciones del fabricante para tuberías rígidas o flexibles con el propósito de que la humedad no penetre a los ductos por las uniones. Tanto el material de base de los ductos como el que fluye entre los mismos es de arena gruesa. Sobre la fila de ductos, como lo indican los planos se colocan cintas preventivas que señalan la canalización. Luego se procede al relleno en las condiciones de compactación indicadas.

Se procede, una vez lograda la compactación requerida de la excavación, a reponer las superficies duras con concretos de cemento o asfálticos de resistencia y espesor iguales a los originales en las vías y con concretos, ladrillos, cerámicas, etc. en sitios afectados particularmente de andenes, entradas de residencias, etc.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

- h) El resultado de una canalización debe ser que el espacio público finalmente no se vea afectado en su configuración permanente y que la afectación temporal sea mínima. Sobre las superficies duras deben quedar espaciadamente algunas marcas indicadoras de la ruta de la canalización o las señas de dilatación de pavimentos en casos necesarios, pero de ninguna manera quedarán escombros o daños de sardineles, muros, etc., o andenes afectados que no sean retornados a su estado original.

7.1.2 Cámaras de Baja Tensión

Los detalles de construcción incluidos en el capítulo 7 de las Normas de Diseño, Cámaras y Canalizaciones y en los planos de construcción, hacen explícitos los procedimientos que se repiten con algunas variaciones en cada una de las cámaras de baja tensión que son diferentes por su propósito: de alumbrado público, de red de distribución de baja tensión de una o más salidas, de inspección de uno o más niveles, de tiro, de desviación de dos, tres y cuatro vías.

Las cámaras son de paredes de concreto reforzado. Las tapas son de concreto reforzado, con bordes metálicos. Las calidades de materiales y de concretos están debidamente especificados en los planos de construcción, de acuerdo con los requerimientos de la norma NSR-2010.

Además de los cuidados externos de localización, señalización, movimiento de materiales a colocar, disposición de sobrantes, etc., el constructor debe cuidar su obra para evitar derrumbamiento y en tal sentido las excavaciones que superen profundidades de riesgo medidas de acuerdo con la solidez de los terrenos deben atracarse adecuadamente siguiendo parámetros de experiencia que le permitan sostener los terrenos excavados simultáneamente a la construcción de las obras. Las formaletas deben ser limpias, resistentes y homogéneas y los concretos y refuerzos deben tener las resistencias solicitadas en los planos de construcción.

Las medidas deben ser verificadas repetidamente y contar con una supervisión inmediata. Las obras que no respondan a las condiciones técnicas requeridas cuando sean chequeadas durante el o posteriormente al proceso de construcción necesariamente deberán ser demolidas y el propietario indemnizado dentro de las garantías de estabilidad de la obra.

7.1.3 Cámaras de Media Tensión

Las cámaras de media tensión pueden ser de inspección, de tiro, de derivación y también aquellas de maniobra y de transformación y maniobra.

Las cámaras de media tensión tienen mayores requerimientos tanto por su finalidad como por su localización en andenes de amplio tráfico, vías congestionadas, etc. y en ese sentido su construcción es más robusta.

Lo anterior refuerza particularmente el cuidado que deben tener los constructores durante el proceso de construcción, el cual debe seguir lo siguiente:

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	
	PRC 2020	VERSIÓN: 1

- Planeamiento topográfico.
- Delimitación y señalización del área de trabajo habiendo conseguido previamente los permisos de ocupación del espacio público, manejo de materiales de construcción y retiro de sobrantes.
- Seguridad de la excavación atracando rápida y adecuadamente, colocación de formaletas apropiadas.
- Armado cuidadoso y verificado de parrillas de refuerzos.
- Vaciado de concretos programados con chequeos de calidad y resistencia con la supervisión inmediata del constructor y con los avisos oportunos a la Interventoría relativos a inspecciones previas necesarias en obras que van a ser cubiertas.

La idoneidad técnica y ética del constructor deben permitir que los chequeos a realizarse de la obra respondan a los parámetros y normas solicitadas, dentro de procesos técnicos de construcción de obras civiles, para lograr los resultados esperados en obras de gran solidez estructural expuestas en el espacio público a condiciones imprevisibles.

La falta de las condiciones requeridas o la falla de las estructuras deben ocasionar las indemnizaciones del constructor al propietario por la obra misma encontrada defectuosa y por las consecuencias civiles correspondientes.

7.2 CONDUCTORES PARA REDES SUBTERRÁNEAS

A continuación se incluye una descripción general de la forma como se utilizan los diferentes conductores en las redes de distribución subterráneas:

7.2.1 Tendido

El tendido de cables de media tensión en redes subterráneas conlleva una serie de actividades que deben realizarse para obtener una buena instalación, considerando los aspectos mecánicos de los mismos. A continuación se presentan algunas consideraciones que se deben tener en cuenta:

Inspección Preliminar de Conductores en Carretes:

- Debe verificarse que los carretes se encuentren en buen estado y que su almacenamiento se ha efectuado conforme a las recomendaciones de los fabricantes. Los carretes deben almacenarse en un piso firme apoyados en sus pestañas. Cuando los carretes están flojos, las pestañas deterioradas, o tienen manchas, significa que han tenido mal trato o que han sido almacenados con elementos que los pueden afectar.
- Debe controlarse que, al quitarle la cubierta a los carretes, no queden clavos salientes ni otros elementos que puedan lesionar el cable al desenrollarlo.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

- c) Debe chequearse que las puntas del cable estén debidamente selladas para prevenir su contaminación con vapor de agua.

Manipulación de Carretes:

Para proteger los conductores en los carretes éstos normalmente deben ser movidos con grúas o montacargas. Cuando se usan grúas se utilizan ejes rígidos colocados en el agujero central y con ángulos de carga respecto al gancho del izaje suficientes para que los cables o cadenas no lastimen los bordes del carrete. Cuando se utilizan montacargas los bordes de las bobinas se apoyarán en el tenedor de carga. Para su manipulación los carretes no se deben colgar o alzar utilizando las alas del carrete pues éste puede desbaratarse. Al destapar los carretes debe tenerse cuidado de que no queden puntillas, latas o filos que puedan herir los cables al desembobinarse.

En caso de que no se disponga de grúa para bajar los carretes desde el camión debe utilizarse una rampa y jamás lanzarse, aun disponiendo de elementos de amortiguación en el piso.

Manipulación de Conductores:

- a) No se debe dejar caer bruscamente ni doblar exageradamente un cable.
- b) Las cajas de halado deben tener dimensiones descubiertas iguales o superiores a 50 veces el diámetro exterior del cable más grande que puede ser halado en esa instalación para cables de media tensión y de 10 veces para conductores de baja tensión.
- c) Al halar los cables debe hacerse la operación de manera uniforme y sostenida con un malacate, sin interrupciones, salvo por necesidad absoluta.
- d) No es recomendable halar a más de quince (15) metros por minuto.
- e) Debe tenerse en cuenta que cuando se utiliza una sonda o un cable de acero este puede cortar aserrando los ductos no metálicos en las curvas o en las boquillas formando bordes afilados que maltratan el cable, causan resistencia, provocan tirones o bloquean el avance;
- f) Se debe usar malla de acero procurando que haya un amarre muy seguro entre este elemento y el cable que se hala. A pesar de que la malla aprieta el conjunto es aconsejable asegurar el amarre entre ésta y el cable.
- g) Como la malla afecta la porción del cable donde se establece el contacto y las zonas inmediatamente aledañas, en la medida de los conductores debe darse la ventaja suficiente para evitar el uso de partes de conductor averiadas. Por la misma razón no es conveniente halar desde tramos intermedios de un cable que no debe ser interrumpido.
- h) El cable debe alimentarse a la canalización de tal forma que no roce contra la boca del ducto. De esa manera el esfuerzo de halado se reduce y se evitan daños en la chaqueta de los conductores.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

- i) Las puntas de los cables deben aislarse adecuadamente durante el halado y después de realizados los cortes definitivos correspondientes. Ese aislamiento se hará dependiendo de la clase de aislamiento necesario a cada tipo y a cada nivel de tensión pues se trata de resguardarlos de cualquier clase de contaminación que disminuya sus características de aislamiento, particularmente la de vapor de agua.
- j) Para correr conductores en canalizaciones que hacen ángulos o para introducir éstos en las cámaras desde carretes colocados en superficie se usan poleas desviadoras debidamente ancladas y colocadas en forma tal que se conserve la relación del radio de curvatura suficiente para que el cable no sufra deterioro.
- k) Cuando se introducen simultánea y paralelamente varios conductores debe tenerse especial cuidado en su amarre en la cabeza de la línea de halado para evitar que se suelten en la operación y haya que recurrir a dispendiosas maniobras de recuperación;
- l) En los casos en que las tuberías están muy secas y presentan demasiada resistencia se lubrican los cables en la medida en que van siendo introducidos a las canalizaciones utilizando grasas sólidas que ayuden al deslizamiento.

Canalizaciones

Para que los cables de media tensión puedan correr a lo largo de las canalizaciones cuando son instaladas éstas deben tener unas especificaciones mínimas de geometría y calidad que permitan que la operación se haga sin tropiezos y sin necesidad de sobrecargar a la tensión los cables que se instalan.

Las tuberías deben quedar estancas o sea que no permitan penetración de humedad. En las uniones no deben quedar rebabas, resaltos ni depresiones que impidan o tropiecen el movimiento longitudinal del cable. Las tuberías deben quedar firmemente adheridas al terreno para lo cual los rellenos deben estar compactados de tal manera que en los esfuerzos que una operación de instalación puede ejercer en las paredes de la tubería no las deforme, ni las desplace, ni las rompa. Los ángulos permitidos en las canalizaciones son ángulos suaves capaces de ser absorbidos por el desplazamiento del cable que en su proceso de halado tiende a formar líneas rectas. Las curvas mayores deben ser tratadas con cajas o cámaras de cambio de dirección donde se puedan colocar poleas sobre las que rueden los cables tensados.

Antes de iniciar la instalación de un cable debe verificarse que la tubería esté limpia para lo cual se utilizarán diferentes métodos como chorros de aire comprimido, cepillos de acero y mandriles de cuña halados por el cable de guía. Los cables de guía o sondas se instalarán mediante lanzamientos con aire comprimido unidos en su extremo a una bola de icopor o mediante el uso de varas acopladas. Al igual que las tuberías, antes de iniciar el tendido, las cámaras deben estar limpias y secas.



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

Instalación del cable

Una vez limpia la tubería e instalada la sonda o cable guía se procede a preparar el montaje del cable alineando el carrete con la tubería dentro de una cámara, si es factible, o desde afuera guiándolo mediante poleas que permitan manejar los ángulos entre la posición del carrete y la entrada del ducto de tal manera que al darse tensión el movimiento sea uniforme y discorra sin tropiezos. Las poleas de desviación se asegurarán a anclas en las cámaras para que la operación sea uniforme una vez iniciada.

Debe disponerse de herramientas apropiadas para la operación de tendido que comprenden:

- Cuerdas fuertes o cables que resistan la tensión de arrastre.
- Eslabones giratorios para trabajo liviano (menos de 600 kg.) o mayores.
- Varas de extensión acoplables o cables, alambres o cintas de acero para pescar el cable de arrastre o tensión.
- Mallas livianas y pesadas y de diámetros diversos, lo mismo que ganchos de tracción para acoplar el cable de arrastre al cable eléctrico que se instalará.
- Boquillas para colocar en la entrada de los ductos y así proteger los cables de los bordes afilados o de las rugosidades de la tubería.
- Gatos mecánicos o hidráulicos para soportar los carretes de los cables y permitirles giro libre sobre su eje.
- Cables de arrastre y tracción suficientemente resistentes para elevadas cargas.
- Grilletes de tracción para acoplar la malla y el eslabón giratorio.
- Equipo de tracción (winche autónomo; vehículo, etc.).
- Remolque para el movimiento de carretes.
- Dinamómetro para medir la tracción y evitar excesos sobre el cable.

Se acoplan el cable de tracción, el eslabón giratorio, el grillete y la malla o el gancho de tracción en forma sucesiva al cable eléctrico que se instalará cuidando que los acoples sean correctos - particular detalle debe tenerse entre la malla o el gancho de tracción y el cable para que tanto el conductor como las cubiertas sean halados de manera simultánea y no separada.

Una vez acopladas y estando sin frenos el carrete se da inicio a la tracción de manera muy suave que permita verificar que no hay desacoples o que riesgos de estos sucedan. Si los hay, se corrige oportunamente. De lo contrario se procede a continuar la operación hasta que ésta de manera lenta pero uniforme sea completada. Solo en casos de fuerza mayor se debe parar la operación. Terminado



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

de instalar el tramo se procede a desacoplar el cable de tracción y a hacer los cortes dejando las holguras necesarias y sellando los extremos del cable para evitar su contaminación por humedad, como lo recomienda el fabricante.

7.2.2 Derivaciones y Acometidas

Las redes subterráneas de media tensión a lo largo de su ruta y en sitios estratégicos del alimentador principal tienen puntos de derivación y maniobra en los cuales se colocan cajas especiales donde se pueden abrir ramales o desprender acometidas. Los circuitos principales, los ramales o las acometidas tienen protecciones especiales cuando estas son solicitadas por los diseños, los planos de construcción o por la planificación de las redes.

Las cajas de maniobra consisten en recintos confinados donde seccionadores e interruptores están inmersos en un medio aislante líquido o gaseoso. Los seccionadores e interruptores se pueden accionar manual o automáticamente.

Es posible tener cajas de maniobra de diferentes configuraciones según las necesidades de seccionamiento del circuito principal o de separación de ramales o de protección de acometidas.

Las cajas de maniobra en la red subterránea deben tener su operación en la parte frontal. Su tamaño debe ser reducido y su estanqueidad debe ser tal que puedan ser instaladas en sitios de condiciones ambientales difíciles.

Las conexiones que se hagan a los circuitos, a los ramales y a las acometidas deben seguir los procedimientos de protección que recomienda el fabricante particularmente en cuanto a los aislamientos y aterrizajes.

Las derivaciones no protegidas empalmarán dos cajas de maniobra mediante un circuito cableado. Las acometidas se derivan desde la caja de maniobra hasta interruptores encargados del corte y protección. Desde estos equipos continúa el circuito hasta la celda de maniobra en la subestación del cliente.

Dadas las diferentes posibilidades de construcción no es pertinente tener un procedimiento constructivo específico, las restricciones de calificación del personal que realiza empalmes y acoples para poder garantizar la seguridad de la instalación dependen de las características de la instalación y de la seguridad del personal que las realiza.

Ningún componente de la red subterránea bajo tensión debe ser operado sin la autorización y/o participación directa de **EMCALI**.

7.2.3 Conexiones

Para realizar los empalmes y terminales hay una variada gama de accesorios elastoméricos que se utilizan en cables monopolares tales como codos, uniones, terminales, receptáculos, descargadores de sobretensiones, etc. Estos elementos se utilizan para empalmar los cables a los diferentes equipos:



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

cajas de maniobra, transformadores, líneas aéreas, etc. y su uso está regulado por procedimientos precisos que permiten mantener la calidad del aislamiento del cable y la protección contra accidentes de descargas o fallas.

7.2.4 Identificación Conductores de Baja Tensión

Las líneas (fases y neutro) deben ser identificadas en cada cámara con una marquilla - fondo azul - de acrílico de 50 x 25 mm x 1/8", en donde debe colocarse el código de la línea (A, B, C, N - el conductor aislado puesto a tierra (neutro) con sección transversal 6 AWG (13,29 mm²) o menor debe identificarse por medio de un forro exterior continuo blanco, y el número del nodo del transformador al cual está conectado. Cuando por una misma cámara pasen varios circuitos éstos deben ser identificados con el número de cada uno de ellos. El texto de color blanco, en bajo relieve, tendrá una altura mínima de 7 mm. Cuando dicho circuito alimente un solo cliente, la marquilla deberá identificar además el número del predio al cual alimenta.

Los conductores aislados deben indicar su designación, sección nominal en AWG y mm² además del nombre del fabricante. Esta marca estará indicada en la cubierta exterior del conductor como lo indica el RETIE.

7.2.5 Transposición de Conductores de Media Tensión

Con el propósito de atenuar las sobretensiones producidas por el efecto capacitivo del conductor con pantalla metálica, en los ramales de longitudes mayores a 500 metros, se deben aterrizar las pantallas en los dos extremos y se deben equipotencializar estas dos puestas a tierra. Para ello se debe utilizar un conductor de puesta a tierra separado que siga el mismo recorrido del cable subterráneo. Este conductor debe estar conectado directamente al sistema de puesta a tierra y se debe calcular con base en la soportabilidad a la corriente de cortocircuito del sistema en dicho punto. Igualmente se deben hacer las transposiciones necesarias y posibles que permitan equilibrar las corrientes y tensiones inducidas en las pantallas, realizando además la interconexión de estas como se indica en la Figura 1.

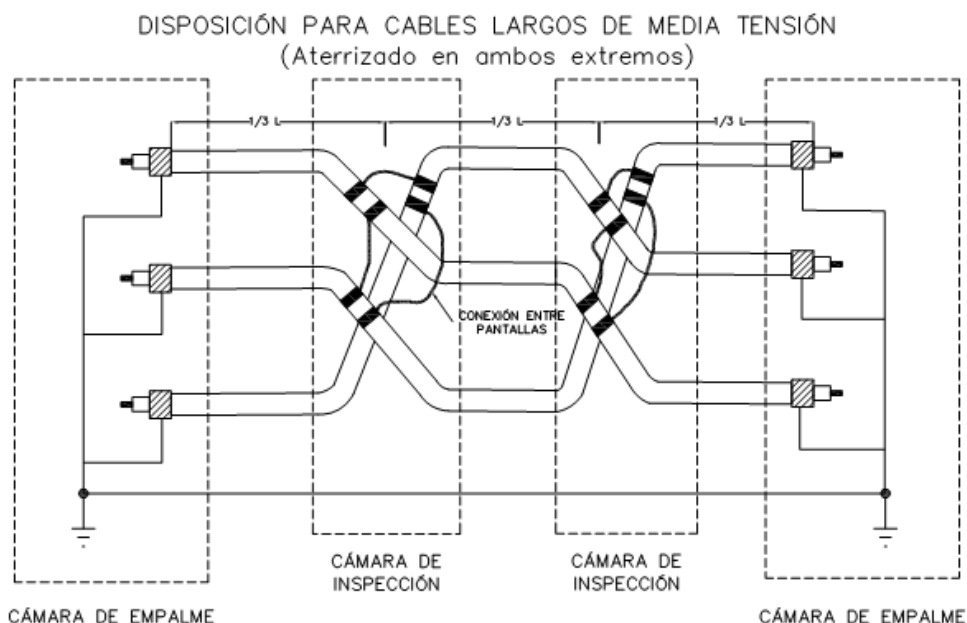


Figura 1. Transposición de cables para circuitos subterráneos en media tensión con longitud igual o mayor a 500 metros

8 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

Se incluyen en este capítulo de procedimientos constructivos los aspectos principales relativos a los diferentes componentes de un sistema de alumbrado público.

8.1 LUMINARIAS

Las luminarias de alumbrado público se colocan en las posiciones de altura y de interdistancia que están fijadas en los planos de diseño.

Cuando las luminarias corresponden a una red exclusiva de iluminación se fijan en la parte superior de los postes sujetando los brazos por medio de dos grilletes y dos abrazaderas de una salida, de tal manera que queden orientados hacia el espacio que se va a iluminar.

La luminaria debe estar fijada al extremo superior del brazo por medio de acoples que se deben ajustar firmemente, dándole la posición horizontal, que debe corresponder al diseño.

La instalación eléctrica debe ser preparada en tierra antes de izar el conjunto conectando los terminales de la luminaria a una acometida que pasa por dentro del brazo del tubo y que se debe conectar a la parte inferior a la red secundaria normal, a la red aérea especial de alumbrado o a la acometida que por el interior del poste se conecta a la red subterránea.

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	
	PRC 2020	VERSIÓN: 1

Es necesario considerar que todos los empates de acometidas se hacen a través de bornera o de conectores, estos últimos debidamente aislados con cinta vulcanizable. En la conexión a la red se utilizan conectores bimetálicos de compresión.

Para la conexión de luminarias a través de una red de distribución subterránea, la conexión de la acometida que pasa por dentro del poste de alumbrado (metálico o de concreto con ducto interno) se conecta por el pie del poste en una caja normalizada de alumbrado público a la red subterránea corriente o a una red especial de alumbrado.

En las cajas de alumbrado público se hacen las conexiones mediante conectores de tornillo, los cuales se aíslan abundantemente con cinta autofundente que permita estanqueidad total en las mismas, dado el ambiente húmedo de esas cajas.

En algunos casos que especifican los diseños se usan protecciones del tipo de fusible de cartucho o de tapón, los cuales deben ser protegidos contra la humedad y el vandalismo para que cumplan su función.

8.2 PROYECTORES

Para la iluminación de grandes superficies se utilizan mástiles de gran altura dotados de una corona de proyectores, cuya alimentación se realiza generalmente desde una red de distribución subterránea.

El conjunto de mástiles - usualmente de 20 a 24 m de altura -, su canastilla de seguridad, sus lámparas que son proyectores en cantidad calculada según el área que se va a iluminar, el conexionado y el cableado interno se ensamblan en tierra levantando el mástil y soportándolo provisionalmente en un andamio. Cuando todo el conjunto está listo se procede a izarlo con una grúa de pluma extendida que permita maniobrar el conjunto soportándolo un poco más arriba del centro de gravedad para que la pata descienda y tome posición semivertical. Estando sujeto el mástil a la grúa se guía hasta que los huecos en las platinas de base ensamblen en los pernos de la base que ha de estar preparada según las exigencias de los planos de construcción para evitar el volcamiento de la estructura.

Se ajustan las tuercas y una vez amarrados base y mástil se procede a aflojar la tensión lentamente hasta que el conjunto se autosoporte. Es importante que se logre la verticalidad del mástil para lo cual, si es necesario, antes del ajuste se hacen los calces apropiados utilizando láminas de acero delgadas.

Las conexiones del cableado interno del mástil con la red subterránea se hacen en un cofre incorporado al interior del mástil con una ventana de acceso protegida de la humedad y del vandalismo. Dentro del cofre se encuentran los terminales de conexión entre los cuales se hacen los puentes o se colocan los elementos de protección usualmente una caja de interruptores automáticos ajustados según la carga de iluminación. La conexión a la red subterránea se hace de igual manera que la conexión de luminarias.

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	
	PRC 2020	VERSIÓN: 1

8.3 ACCESORIOS

Los diferentes accesorios y las conexiones correspondientes completan con las luminarias un sistema automático de iluminación.

- a) **Celda Fotoeléctrica:** Debe usarse del tipo de enclavamiento a un receptor colocado o bien sobre una luminaria para control individual o a un relevador. Su instalación se hace al final de los trabajos de construcción para preservarla de choques o golpes por ser un elemento delicado. La fotocelda debe orientarse adecuadamente para que su funcionamiento corresponda a la necesidad de que esté encendida la luminaria en horas nocturnas y apagadas en el día.
- b) **Relevadores:** Se colocan en el poste donde reciben la alimentación de un circuito de baja tensión, usualmente donde está situado el transformador. Su misión es recibir una señal de existencia o ausencia de luz natural y convertirla en una interrupción o en un corte de un circuito especial de iluminación al que se conectarán una serie de luminarias. Debe tenerse cuidado de reconocer el nivel de tensión del circuito cuando se van a instalar relevadores de uno o de dos polos.

Lo relevadores se fijan a los postes por medio de tornillos sujetos a abrazaderas de una salida en los lados superior e inferior que retienen la platina soldada al cofre del relevador. En algunas ocasiones se usan amarres de cinta de acero inoxidable y hebillas de cierre.

Las conexiones deben hacerse cuidadosamente al alimentar desde la red de baja tensión; particularmente para la identificación del nivel de tensión y de las fases que se utilizarán y en el lado de la carga para la alimentación al circuito de iluminación.

El cofre del relevador debe quedar aterrizado conjuntamente con la puesta a tierra del transformador de distribución.

Las conexiones a las redes respectivas se deben hacer con los conectores indicados en los planos de construcción y aislados después con cinta vulcanizable.

Usualmente cuando se deriva el alumbrado público desde la red subterránea no se utilizan relevadores para el comando de varias luminarias sino fotoceldas con enclavamiento individual.

9 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN PARA INSTALACIÓN DE PLANTAS DE EMERGENCIA

Para la instalación de una planta de emergencia hay varios factores que es preciso tener en consideración, a saber:

- a) **Espacio Requerido:** Esto implica haber calculado con antelación la potencia de los equipos y verificado con los fabricantes sus dimensiones y peso a fin de determinar varios aspectos principales. El espacio asignado debe ser lo bastante amplio para permitir la circulación del aire y debe haber suficiente espacio de trabajo alrededor de los equipos;

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	
	PRC 2020	VERSIÓN: 1

b) **Localización:** Normalmente se utilizan zonas aisladas en los edificios tales como sótanos o espacios libres de circulación de personas. En algunas ocasiones se instalan al aire libre. Cuando esto sucede deben suministrarse cubiertas, encerramientos y bases para montaje elevadas del suelo para prevenir que la lluvia y las aguas superficiales penetren a los compartimientos eléctricos. Si los equipos se localizan dentro de los edificios debe preverse el espacio suficiente para el acceso de los mismos en las rampas y puertas de acceso, etc.

c) **Resistencia del Piso.** La capacidad de soporte necesario del piso depende del peso total del conjunto y del número y tamaño de los soportes aislantes de pata.

Como se puede apreciar la capacidad de soporte será menor si se incrementan el número de aisladores anti vibratorios o su área de contacto con el piso. Cuando la carga no está uniformemente distribuida la capacidad de soporte corresponderá a la del aislador anti vibratorio donde se encuentre localizada la mayor proporción de la carga.

d) **Aislamiento de Vibraciones:** Los equipos deben ser montados sobre aisladores anti vibratorios para prevenir que el conjunto reciba o transmita vibraciones dañinas o molestas. Normalmente se deben utilizar como aisladores una combinación de resortes de acero y tacos de caucho con los cuales se absorben las vibraciones de todo tipo. La utilización de bases de corcho no es deseable debido a su escasa vida útil dada la exposición a líquidos combustibles y detergentes. También será necesario proveer conexiones flexibles en las líneas de aprovisionamiento de combustible, sistema de escape de gases, ducto de descargue del radiador, conductos para cables de control y potencia y otros sistemas conectados a los equipos.

e) **Ventilación.** Una máquina de combustión interna requiere un suministro libre de aire fresco y limpio. Es normal que por el trabajo de la máquina se caliente el aire a su alrededor, por lo cual es necesario proporcionar la ventilación adecuada para limitar la elevación de temperatura y para limpiar y refrescar el aire disponible para la máquina. Los radiadores de las máquinas deben mover la suficiente cantidad de aire para que la temperatura del agua de refrigeración que circule en la máquina no se eleve más allá de lo permitido, según las especificaciones de los equipos.

La ventilación apropiada requiere flujos de aire adecuados dentro del recinto y desde adentro y hacia afuera del mismo de tal manera que las temperaturas sean uniformes y no se formen bolsas de aire estancado. El flujo debe ordenarse para succionar el aire fresco. Cuando hay más de una máquina se debe evitar que la toma de aire de una lo haga a la salida de la otra.

Los ventiladores deben ser calculados para mover la cantidad de aire suficiente que mantenga la temperatura normal en los puntos controlados. El aire caliente debe desalojarse de inmediato a espacios abiertos o a chimeneas de tiro forzado a las cuales pueden incorporarse los gases de salida de combustión de la máquina.

Las protecciones de los ventiladores se deben coordinar con el sistema de alarmas pues en caso de emergencia eléctrica todos los equipos deben estar dispuestos para operación.

	NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	
	PRC 2020	VERSIÓN: 1

- f) **Gases de Escape.** Los gases de salida de la máquina deben ser dirigidos al exterior a través de un sistema apropiado de escape tal que no cree presiones excesivas de salida. Es deseable colocar un equipo silenciador dentro o fuera del edificio. Para reducir la radiación los tubos de escape y el silenciador deben ser aislados. La salida del aire del tubo de escape debe tener un codo de finalización y estar dotado de un tapa resortada que prevenga la entrada de lluvia.

La tubería de los gases de escape debe ser tan corta como sea posible con un mínimo de restricciones en su configuración.

Las restricciones de salida de los gases de escape causan una presión indeseada que afecta la eficiencia en la potencia, la duración de la máquina y aumentan el consumo de combustible. Estas restricciones pueden ser ocasionadas por: diámetro de la tubería de salida muy pequeño, tubería de salida demasiado larga, demasiadas curvas cerradas en el sistema, restricción muy alta en el silenciador y a ciertas longitudes críticas las ondas de presión estática puede causar alta presión de salida.

- g) **Enfriamiento de la Máquina.** Usualmente se hace mediante un líquido que circula a través del enfriador de aceite y a través de pasos internos en el bloque y la culata. Los aparatos de enfriamiento son el radiador, cuando está incorporado a la máquina o un intercambiador de calor, cuando se instala separadamente.
- h) **Sistemas de Suministro de Combustible.** Normalmente las plantas de emergencia tienen motores equipados con sistemas de inyección de combustible, lo cual provee una distribución uniforme de combustible en todos los cilindros. Una bomba hace circular el combustible. Filtros adecuados deben estar colocados en el camino para purificar el combustible antes de inyectarlo.

El combustible debe estar disponible en todo momento para arrancar la máquina y mantenerla operando durante la emergencia.

- i) **Tanque de almacenamiento de combustible:** Debe estar lo más cerca posible a la máquina cuando se trata de combustible diésel, sin embargo, deben consultarse para este propósito las regulaciones propias del edificio o de las autoridades locales para manejo de combustibles. El tanque de combustible debe tener apropiados sistemas de llenado desde el exterior o con mangueras y válvula de ventilación para equilibrio de presiones. En ningún momento el tanque de combustible debe quedar ubicado en lugares adyacentes a la subestación de energía - ver Artículo 17, numeral 10 del RETIE
- j) **Iluminación del Recinto.** Todas estas disposiciones relativas a Plantas de Emergencia, además de las que tienen que ver con una apropiada iluminación que permita realizar las operaciones y el mantenimiento con precisión y confianza, están dirigidas a lograr que los equipos cumplan sus objetivos sin agredir el entorno supliendo el suministro permanente que falla.
- k) **Transferencia.** En toda instalación de emergencia debe existir un seccionador y/o interruptor manual o automático de doble tiro y bloqueo que impida que, simultáneamente haya posibilidad de



NORMAS DE DISEÑO DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
CAPÍTULO 10 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PRC 2020

VERSIÓN: 1

alimentación a los circuitos internos del cliente. La buena calidad y el mantenimiento apropiado de esta clase de equipos es regla principal de seguridad.