
	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 1 de 99


TABLA DE CONTENIDO

4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	4
4.1 ASPECTOS GENERALES.....	4
4.2 ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS AÉREOS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.....	11
4.2.1 Redes Aéreas de Baja Tensión.....	11
4.2.1.2 Generalidades	11
4.2.1.3Apoyos	11
4.2.1.4Herrajes	12
4.2.1.5Puesta a tierra	13
4.2.2 Redes Aéreas de Media Tensión. (Niveles 13,2 kV y 34,5 kV)	13
4.2.2.1 Generalidades	13
4.2.2.2Apoyos.....	15
4.2.2.3Herrajes	15
4.2.2.4Conductores.....	15
4.2.2.5Protecciones	16
4.2.2.6Cable de guarda	17
4.2.2.7Aisladores.....	18
4.2.2.8 Puestas a tierra	19
4.2.3 Transformadores de Distribución	21
4.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN PARA CIRCUITOS SUBTERRÁNEOS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN	22
4.3.1Generalidades.....	22
4.3.2 Redes subterráneas de Baja Tensión.....	27
4.3.2.1 Transiciones aéreas - subterráneas	28
4.3.2.2 Cajas de Inspección	29
4.3.2.3 Canalizaciones o banco de ductos	29
4.3.2.4 Tendido de cables en canalizaciones.....	30
4.3.2.5 Conectores secundarios.....	31
4.3.3REDES SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN (13,2 kV, 34,5 kV)	31
4.3.3.1Transiciones aéreas - subterráneas.....	31
4.3.3.2Cajas de Inspección	32
4.3.3.3 Canalizaciones o banco de ductos	33
4.3.3.4 Tendido de cables en canalizaciones.....	33
4.3.3.5 Terminales primarios	34
4.3.3.6 Conectores aislados separables	36

ELABORÓ: GERENCIA EN PROYECTOS DE INGENIERÍA LTDA.	REVISÓ: GESTOR DE OBRAS	APROBÓ: GERENTE DE DISTRIBUCIÓN
FECHA: 25-02-2011	FECHA: 31-03-2011	FECHA: 25-04-2011

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 2 de 99


4.3.3.7	Empalmes Primarios	36
4.3.3.8	Puesta a tierra de pantallas electrostáticas	37
4.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN PARA	37
4.4.1	Generalidades.....	37
4.4.2	Tipos normalizados de subestaciones	39
4.4.3	Subestación de Pedestal.....	43
4.4.3.1	Elementos Preformados de la Subestación Pedestal.....	45
4.4.3.2	Transformador de Pedestal. PAD-MOUNTED.	46
4.4.4	Subestación Capsulada	48
4.4.5	Subestación Subterránea.....	49
4.4.5.1	Generalidades	49
4.4.5.2	Transformadores parcialmente sumergibles	50
4.4.6	Instalación de transformadores aislados en líquidos biodegradables de alto punto de ignición	51
4.4.7	Instalación de transformador tipo seco en celda	54
4.4.7.1	Características de la celda del transformador seco	55
4.4.8	Indicadores de falla	56
4.4.9	Sistemas de puesta a tierra (SPT)	57
4.5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA INSTALACIONES	60
4.5.1	Generalidades.....	60
4.5.2	Instalaciones eléctricas básicas.....	60
4.5.2.1	Conductores	60
4.5.2.2	Conectores	61
4.5.2.3	Capacete.....	62
4.5.2.4	Tuberías de Acometidas	62
4.5.2.6	Tableros Eléctricos.....	63
4.5.2.7	Protecciones	65
4.5.2.8	Tubería interior, curvas y accesorios.....	68
4.5.2.9	Canalizaciones Superficiales	69
4.5.2.10	Cajas de Paso, Inspección, Reparto y Terminales.....	69
4.5.2.11	Interruptores de Pared	70
4.5.2.12	Salidas de Iluminación	71
4.5.2.13	Salidas normales de toma de energía.....	71
4.5.2.14	Salidas especiales de toma de energía	74
4.5.2.15	Conexión entre cajas y tierra	74
4.5.2.16	Puesta a tierra	74
4.5.3	Instalaciones provisionales.....	76
4.6	ACOMETIDAS ELÉCTRICAS	76
4.6.1	Generalidades.....	76
4.6.2	Tipos de Acometidas Eléctricas	78
4.6.2.1	Acometidas aéreas	78
4.6.2.2	Acometidas subterráneas	79
4.6.2.3	Acometidas Temporales	80

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 3 de 99

4.6.2.4Acometidas a Bifamiliares.....	80
4.6.3 Acometida Aérea en Baja Tensión (BT)	81
4.6.4 Distancias mínimas de seguridad en acometidas aéreas de BT.	81
4.6.5 Cajas, Armarios y Celdas	84
4.6.6 Medidores de Energía	87
4.6.6.1 Clasificación de los Medidores	87
4.6.6.2 Selección de la Medida	90
4.6.6.3 Medición a Usuarios conectados a 115 kV.....	93
4.6.6.4 Medición de Fronteras con el Sistema Nacional a 115 kV	93
4.6.6.5 Servicio de Suplencia.....	95
4.6.7 Medición de circuitos de suplencia	95
4.6.7.1Formas para medir la energía de acuerdo con la carga	96
4.6.7.2 Límites de carga para medición directa	96
4.6.7.3 Límites de carga para medición indirecta en BT.....	97
4.6.7.4 Límites de carga para medición indirecta	97
4.6.7.5 Cargas alimentadas con líneas media tensión de 34,5 kv.....	98

INDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Fusibles normalizados transformador tipo pedestal.....	43
Tabla 4.2 valores característicos de los líquidos dieléctricos	50
Tabla 4.3 medición directa.....	90
Tabla 4.4 medición indirecta	91
Tabla 4.5 Transformadores de corriente	92
Tabla 4.6 Límites de carga para medición directa	975
Tabla 4.7 Límites de carga para medición indirecta B.T.....	976
Tabla 4.8 Cargas alimentadas en MT-13,2 kV.....	986
Tabla 4.9 Cargas alimentadas en MT-34,5 kV.....	986
Tabla 4.10 Tipos de tarifa y medidores	997

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 4 de 99

4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

4.1 ASPECTOS GENERALES

El consumo creciente de la electricidad en todos los ámbitos de la vida tanto social como laboral, obliga a establecer exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las personas con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la confiabilidad, calidad de los productos, la compatibilidad de los equipos y su adecuada utilización y mantenimiento, en los procesos de generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica, cumpliendo con los objetivos como la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal y la preservación del medio ambiente.


La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario, así como las responsabilidades que deben cumplir los diseñadores, constructores, interventores, operadores, inspectores, propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas, además de los fabricantes, distribuidores o importadores de materiales o equipos y las personas jurídicas relacionadas, permitirá minimizar las deficiencias en las instalaciones eléctricas y a prevenir los actos que puedan inducir a error a los usuarios.

Bajo este contexto, las personas involucradas en el diseño, construcción y puesta en funcionamiento de un proyecto eléctrico, deberán consultar a la Compañía la infraestructura eléctrica instalada en cuanto a redes, sistemas de comunicaciones, mando, control y equipos de protección instalados en subestaciones, y entre otros los siguientes:

- A. El sistema de protecciones a instalar por el usuario deberá dar cumplimiento a lo exigido en el numeral 4.3.3 ¹ del Reglamento de Distribución de energía de la CREG. (resolución 70 de 1998). Para la selección de la conexión apropiada al sistema de distribución, el usuario deberá tener en cuenta las características técnicas de las protecciones que la Compañía tiene en su sistema para las operaciones de conmutación secuencial o reconexión automática.
- B. El equipo de medida que instale el usuario deberá dar cumplimiento a lo consignado en el numeral 7.3 (Características técnicas de los equipos de medida) del Reglamento de Distribución de energía de la CREG. (resolución 70 de 1998) o aquellas que modifiquen, complementen o sustituyan de acuerdo al ente regulador².

¹ Numeral 4.3.3 Res. 070/98

² Comisión de regulación de energía y gas - CREG

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 5 de 99

C. Certificados de Conformidad: sólo se aceptará la instalación de materiales y equipos certificados por las empresas del sector, universidades, institutos o entes que hayan sido autorizados y tengan vigente, de acuerdo a lo establecido en el numeral 44.1 del RETIE, otorgada por el Organismo Nacional de Certificación ONAC.

D. El ingeniero encargado de la legalización de la obra revisará y tendrá disponible para presentar cuando lo requiera la Compañía, las cantidades de materiales, certificados de conformidad de productos, protocolos de pruebas, garantías y facturas correspondientes a los materiales instalados, en el entendido de que "las prescripciones (del RETIE) parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de los equipos" y materiales.


Adicionalmente, la Compañía exigirá la presentación del certificado de conformidad de la instalación RETIE en transformación, distribución y uso final y RETILAP (cuando aplique), expedido por una entidad autorizada por la ONAC, cuando por características del proyecto así lo requiera.

Igualmente, la Compañía dará alcance en cuanto a la conformidad de los productos e instalaciones eléctricas de acuerdo con los tiempos y características estipulados con el Artículo 42, "Disposiciones Transitorias" del RETIE.

E. Para las Instalaciones internas se mantendrán los criterios y se seleccionarán los conductores, protecciones, materiales y equipos de acuerdo a lo indicado en el RETIE y la norma NTC 2050. La Compañía verificará las condiciones técnicas de la instalación, de manera previa a la conexión del servicio, de verificarse que las condiciones técnicas no cumplen con lo establecido en el presente numeral la Compañía podrá abstenerse de prestar el servicio de energía eléctrica.

F. El sistema de alumbrado público en el departamento del Tolima es responsabilidad de los municipio o distritos; el municipio o distrito lo podrá prestar directa o indirectamente, a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público, para el caso del municipio de Ibagué, actualmente lo realiza a través del INSTITUTO DE FINANCIAMIENTO, PROMOCION Y DESARROLLO DE IBAGUE -INFIBAGUE.


Los proyectos de alumbrado público que se construyan deberán cumplir con las condiciones técnicas expuestas en la presente Norma (Capítulo IX), el cual es concordante con la resolución 180540 del 30 de marzo de 2010, que puso en vigencia el REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO - RETILAP, cuyo objetivo fundamental es establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 6 de 99

garantizar: Los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la prevención del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación.

La iluminación de las zonas comunes en las unidades inmobiliarias cerradas o en los edificios o conjuntos residenciales, comerciales o mixtos, sometidos al régimen de propiedad respectivo, no hace parte del servicio de alumbrado público y estará a cargo de la copropiedad o propiedad horizontal. También se excluyen del servicio de alumbrado público la iluminación de carreteras que no estén a cargo del municipio o Distrito.

- G. Programas de subterranización: De acuerdo a la Ley 388 de 1997 cuyos principios y objetivos generales comprenden un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios dentro de los límites fijados por la Constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales. Bajo este contexto y en particular en la ciudad de Ibagué, para la proyección de los diseños y posterior construcción de las redes eléctricas en la ciudad se debe tener en cuenta el Acuerdo 116 de 2000 por medio del cual se adoptó el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Ibagué y el Acuerdo 009 de 2002, el cual adopta la normativa general de usos del suelo, construcciones y urbanizaciones, como instrumento para asegurar la consecución de los objetivos y estrategias del Plan de Ordenamiento Territorial y herramienta que permite la regulación del uso y ocupación del suelo.
- H. Las acometidas domiciliarias serán diseñadas e instaladas en cable concéntrico de cobre en áreas urbanas y rurales, para todos los estratos socioeconómicos, y podrán ser instaladas sobrepuestas o empotradas.
- I. Recomendaciones generales, instalación postería:
- La postería en zona urbana, se debe instalar en los linderos de los predios conservando siempre que las redes eléctricas de baja tensión queden por el lado de la vía; deberá estar enterrada hasta la profundidad indicada por el fabricante y el reglamento técnico RETIE, correctamente hincada, aplomada, apisonada y cimentada, sus perforaciones orientadas en la dirección correcta; se conservará las distancias máximas entre postes en

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 7 de 99

baja tensión de 30 my media tensión de 60 metros en el caso del área urbana; lo anterior deberá corresponder con los estudios fotométricos, usando la información de luminarias certificadas con bombillas de las potencias normalmente utilizadas y eficacia lumínica no menores a las establecidas en el RETILAP.


- La postería que se utilice en líneas de Alta Tensión (AT³) deberá tener una zona de servidumbre, también conocida como zona de seguridad o derecho de vía⁴.
- Postería de menor altura en vanos intermedios de la red de MT: Se permite la instalación de postería de menor altura en vanos intermedios a redes de media tensión siempre y cuando se cumplan con las distancias de seguridad con respecto a todos los elementos instalados en la estructura de menor altura.
- La postería en zonas rurales: Para la proyección de las redes eléctricas en zonas rurales se debe contar con los permisos de los propietarios de los predios y en las vías, cumpliendo con la ley 1228 de 2008. Se especificara la postería de concreto de 12 m por 510Kg-f, 750 Kg-f o de mayor capacidad de ruptura para estructuras de suspensión o retención, respectivamente, en circuitos principales. Para zonas de difícil acceso, se podrá proyectar apoyos de otras características, pero se deberá sustentar su utilización. Consideraciones diferentes a las indicadas deberán ser sustentadas técnicamente y aceptadas por la Compañía para su posterior construcción.

J. Herrajería y crucetería: Toda la herrajería metálica debe ser galvanizada en caliente y adecuada de acuerdo al nivel de tensión. Las crucetas deberán fijarse al poste a través de pernos pasantes, collarines, abrazaderas en **Uo** en forma ahorcada con espárragos justo al lado y lado del poste, para dar estabilidad, deben utilizarse las diagonales, en cantidad y dimensiones indicadas en la norma correspondiente al tipo de estructura.

K. Retenidas y templetas: para su instalación o montaje han de seguirse las recomendaciones que señala la norma sobre la orientación, uso de todos los elementos normalizados, recomendaciones de tensionado. Esta norma presenta opciones de cálculo de esfuerzos en el Capítulo III. Las retenidas "cuerda de guitarra" (751, Capítulo V) se instalarán únicamente en contextos urbanos y


³ Tensiones mayores o iguales a 57,5 kV

⁴ Ver RETIE, Artículo 24.

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 8 de 99

para redes de baja tensión presentando el cálculo mecánico correspondiente, considerando los factores de seguridad previstos y grados de dificultad.

- L. Empalmes de conductores: Los conductores se empalmarán de acuerdo al tipo de conductor. Para la red trenzada no se permiten empalmes en cruces o derivaciones aéreas; solo se aceptan derivaciones en los postes utilizando conectores DBH, para lo cual se aplicarán las estructuras LA 322 y/o La 325; en redes subterráneas los empalmes deben realizarse únicamente en las cámaras.
- M. Montaje de transformadores: Para el montaje de los transformadores se utilizarán los materiales normalizados. Se deberá instalar sobre la red de alimentación los estribos sujetos con conectores de compresión adecuados al calibre del conductor, al cual se conectarán las grapas de operación en caliente. Para la instalación y conexión de elementos de protección, se deberá tener en cuenta lo establecido en el RETIE, figura 18; para lograr las distancias de seguridad establecidos en la tabla No. 710-33 de la NTC 2050, se recomienda instalar "cubos o dados metálicos de 3" para el montaje de cortacircuitos. La puesta a tierra se debe instalar con cable de calibre mínimo No. 2 AWG y unida a la varilla con soldadura exotérmica o conector certificado. Pueden utilizarse otros materiales tales como los indicados en la tabla No. 23 y 24 del RETIE.
- N. Bajantes MT de transformadores: Los bajantes de media tensión para los transformadores se harán en cable ACSR calibre No. 2 AWG, por rigidez, conductividad, y facilidad en la conexión a bujes primarios.
- O. Amarre de los conductores a los aisladores: Se deberá proteger el conductor con encamisados. Los "entices" de amarre, se deben realizar con hilos del mismo material y calibre del conductor a amarrar, mínimo dos (2) enrollamientos de 8 cm a lo largo del conductor. En los aisladores de suspensión, luego de sujetar el conductor a la grapa terminal, se debe realizar el bucle de seguridad, amarrando la punta terminal en el mismo conductor. En los aisladores de pin se realizará utilizando "varillas de armar" de acuerdo al calibre del conductor soportado y rematadas adecuadamente realizando en el hilo de sujeción un bucle en ojo de tal forma que sea muy fácil su desconexión estando la red energizada.
- P. Estética de las Instalaciones: Las instalaciones eléctricas deberán cumplir además de los aspectos técnicos que garanticen la seguridad de la vida y en convivencia con el medio ambiente, aspectos carácter armónico y paisajístico que redunden en la limpieza en el uso de los espacios urbanos y rurales.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 9 de 99


- Q. Las capacidades normalizadas de los transformadores monofásicos y trifásicos que se instalen en el sistema de la Compañía serán las que aparecen en el Numeral 1.14.2.
- R. Marquillado de conductores subterráneos: Deberán realizarse el marquillado de acometidas en cajas de inspección subterráneas. Se utilizarán cintas de material resistente a la inmersión en agua y contendrán de manera impresa, la información del circuito al que pertenece, e identificación de las fases (en el caso de cable monopolar). En los puntos de derivación se incluirá el código asignado por la Compañía (punto significativo). También se rotularán los puntos de origen y destino de la acometida, adicional se deben marcar cada una de las acometidas que salen de barraje y cajas.

Armarios de medidores: los armarios se utilizaran para tres o más medidores; para todos se debe presentar el correspondiente certificado de conformidad de producto; sobre todo armario de medidores se remachará o pegará una placa en acrílico amarillo de 1 cm de alto con letras de bajo relieve color negro que diga: "USO EXCLUSIVO DE ENERTOLIMA". Se organizará y marcará el cableado interno y externo a los tableros y de los equipos, se utilizarán conductores que cumplan con el código de colores establecido por RETIE. Todos los elementos metálicos (armarios y celdas), deben estar aterrizados a un electrodo de puesta a tierra. Los armarios deberán contar con compartimiento específico para ubicar los interruptores o pines de corte, diferente al de ubicar los medidores y diferente al de ubicar el totalizador y barraje de entrada; los dos últimos compartimientos deberán contar con dispositivo para instalación de sello de seguridad. Los armarios se deben instalar en la parte exterior de los predios, en fachadas, de forma sobrepuesta o empotrada y debidamente zunchadas.

Toda instalación tendrá un dispositivo de corte individual del servicio de cada usuario, para facilitar la labor de corte. En edificios de apartamentos, se debe proyectar el interruptor termo magnético en el tablero antes del barraje, como protección general de todas las cuentas e interruptores termomagnéticos, y sistema de bloqueo mecánico después de los contadores para cada cuenta.

Las cajas y armarios de medidores pueden ser instalados como sigue:

- En el piso se deben instalar sobre una base de 10 cm de altura construida en concreto y fijada al piso y paredes a través de chazos metálicos.
- Las cajas de medidores se podrán instalar en fachadas de predios, empotradas en la pared o sobrepuesta a través de chazos.
- Las cajas también pueden ser instaladas en los postes debidamente zunchadas.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 10 de 99


S. Cámaras de inspección subterránea: deberán verificarse las medidas internas y la fabricación de las tapas; éstas deben tener la marquilla (placa) correspondiente. Tendrán desagüe interno (20 x 20 cm), con gravilla; si no fuese suficiente con el desagüe, se implementará otro sistema para que la cámara se conserve limpia y seca. Los conductores deben estar correctamente marquillados. Los barrajes son uso exclusivo de la Compañía, por lo tanto, en la cámara se debe instalar una tapa interior, con dispositivos que permitan colocar sellos e impedir la manipulación del usuario. El barraje del neutro debe estar aterrizado a través de un cable bajante y una varilla soldada al conductor. Los empalmes que existan dentro de las cámaras deben ser en resina epóxica. La tubería debe dejarse con guía, emboquillada y sellada para evitar el acceso de animales. Se sellarán todas las bocas de los tubos no ocupados en las cámaras subterráneas con tapones de PVC de diámetro apropiado.

En vías vehiculares los bancos de ductos para redes subterráneas de baja y media tensión, se deben construir de tal manera que las crucen en forma perpendicular y proyectando cámaras al lado y lado de la misma.

T. Talleres de soldadura eléctrica: En los talleres donde se utilice la energía eléctrica para la operación de equipos de soldadura deberán dar oportuno cumplimiento a lo consignado sobre calidad de servicio en el Reglamento de Distribución eléctrica (resolución CREG 070 de 1998). El desmejoramiento reiterado y no atendido de la calidad de servicio a causa de instalaciones deficientes del usuario, causara la desconexión del sistema de distribución, sin perjuicio de las sanciones legales a que hubiere lugar.

U. Cargabilidad de transformadores: La Compañía podrá exigir la curva de cargabilidad de los transformadores que se incorporen a su sistema, la cual será de máximo del 90%.

V. Macromedida de energía: En las unidades inmobiliarias cerradas o en los edificios o conjuntos residenciales, comerciales o mixtos, se instalará un equipo de macromedición, el cual permitirá registrar el consumo de la energía consumida de zonas comunes, realizando la diferencia entre el macro medidor y los registros parciales de cada usuario. Todas las construcciones deberán instalar o permitir la instalación obligatoria de un equipo de macromedición para que sea monitoreada por parte de la Compañía.

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 11 de 99

4.2 ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS AÉREOS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

4.2.1 Redes Aéreas de Baja Tensión

4.2.1.2 Generalidades

El diseño de proyectos urbanos y centros poblados que contengan redes aéreas de distribución en baja tensión, los de alumbrado público e instalaciones temporales para construcción de obras se harán en cables múltiplex (trenzado), los cuales están conformados por conductores de aluminio aislado y un conductor neutro portante, aislado o desnudo. Se instalará red trenzada de manera obligatoria cuando las viviendas estén contiguas unas de otras; en proyectos de electrificación rural donde las viviendas estén por lo menos a 10 metros de separación se instalará red abierta. Estos criterios aplican incluso para remodelaciones de red de baja tensión.

La derivación de acometidas desde las redes trenzadas se hará mediante el uso de cajas de derivación instaladas en los postes, como se aprecia en los diagramas constructivos correspondientes en el Capítulo X de esta norma.

Se prohíbe el paso de acometidas aéreas sobre inmuebles diferentes al alimentado por ella, su longitud máxima será de 25 m y se deberá garantizar el cumplimiento de los porcentajes de regulación de tensión normalizada (Véase, Capítulo I).


Cuando sea necesario hacer transición de un circuito aéreo a uno subterráneo, ésta debe hacerse usando ductos de acero galvanizado (SB 202) tal como lo indica el diagrama respectivo de la norma (por ejemplo TZ 329).

En todos los casos, las estructuras de soporte, accesorios, puentes y cajas de distribución de las redes aéreas deberán ubicarse por el costado de la vía.

4.2.1.3 Apoyos

Las estructuras consideradas en esta Norma son de utilización tanto en obras rurales como en las urbanas; deben indicarse en los planos según la posición relativa que ocupen en el apoyo. Los diagramas constructivos y los listados de materiales y equipos, necesarios para el montaje de cada estructura (conjunto) se relacionan en el Capítulo V.

Los postes a usar en las redes de baja tensión serán de 8 y 10 metros (este último, con aprobación de la Compañía, se instalará de manera preferente en redes aéreas

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 12 de 99

de tipo abierto), con interdistancias entre sí inferiores o iguales a 30 m en contextos urbanos; En áreas rurales, la ubicación se hará a partir de: la selección eléctrica apropiada (del conductor), procesos de plantillado y cálculos mecánicos de conductores y apoyos para cada línea en particular.

NOTA: para áreas rurales se recomienda la utilización de separadores epóxicos para vanos superiores a 100 m en aéreas rurales o urbanas, con el fin de mantener la distancia entre conductores.

La cimentación de los apoyos para las redes eléctricas se adelantará donde la mecánica de los suelos lo exija, en el diagrama que muestra la Figura No 3.24 (Capítulo III) de esta norma.El hueco para dicho anclaje debe excavarse con un ancho uniforme.

La postería debe permanecer siempre en posición vertical, aplomada, independientemente de los esfuerzos mecánicos a los cuales sea sometida. En algunos casos será necesario el uso de templetos o retenidas, que se instalarán en todos los apoyos donde la línea eléctrica cambie de dirección, termine o tenga una doble retención; además, en los apoyos donde el cálculo mecánico de la línea lo prescriba.


Para la ubicación de los apoyos y templetos para las redes, se debe tomar en consideración los linderos (paramentos) de las viviendas, y la presencia actual o futura de garajes o accesos a las viviendas, para que no se conviertan en obstáculos e inconvenientes, tanto para los residentes como para la Compañía.

4.2.1.4 Herrajes

Los elementos metálicos utilizados en estas redes deben ser galvanizados en caliente; el uso de ménsulas debe ser, previo a su instalación, autorizado por la compañía. Ver por ejemplo, la norma NM 184- en el Capítulo XI.

La derivación de acometidas desde las redes abiertas se hará mediante el uso de estribos o anillos de derivación, los cuales serán del mismo material de la red y en calibre No. 2 AWG; si las redes son de aluminio, usarán conectores bimetálicos en la unión de la acometida y el estribo. El estribo se fijará a la red mediante un único conector tipo compresión para ACSR. Se admiten hasta dos (2) estribos por fase, uno (1) a cada lado del poste.

La posición del anclaje del templete debe ser tal que este forme un ángulo menor de 65° con la horizontal; cuando el ángulo de deflexión la línea sea mayor a 30°,

 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 13 de 99

se recomienda colocar dos (2) templetes en el sentido opuesto de cada tramo de línea a retener.

Los templetes directos a tierra ubicarán su varilla de anclaje a una distancia igual a $d = 0.466 \cdot h$, donde "h" corresponde a la altura del amarre sobre el piso. La distancia crítica se obtiene cuando la distancia entre la base del poste y el anclaje es un tercio de la altura libre (del amarre).

“Cuando no sea posible la instalación de retenidas directas a tierra, en particular frente a viviendas, deberá instalarse en su lugar una de tipo “poste a poste”, para lo cual se aceptarán longitudes máximas de 30 metros, con postes de concreto de 8 m, 1050 kg-f e inclinación de los mismos en un ángulo máximo de 5 ° con la vertical.

Los templetes siempre deben llevar su aislador tensor, apropiado a la carga mecánica que ha de manejar en la red donde está instalado y al nivel de tensión eléctrica de la misma.

4.2.1.5 Puesta a tierra


En las redes que usan cable trenzado es necesario aterrizar las redes en todas las estructuras terminales, las intermedias cada tercer poste (poste aterrizado, siguen dos sin aterrizar, y el siguiente se aterriza) y las derivaciones de tres o más ramales, mediante un bajante en conductor de cobre desnudo No 4 AWG o el paquete cinta, hebilla, varilla y conector de acero inoxidable como mínimo, que irá protegido con un tubo conduit metálico galvanizado de (1/2") 1,27cm, y electrodo de puesta a tierra (el valor solicitado de la resistencia debe ser de 25Ω, según el numeral 15.4, tabla 25 del RETIE).

4.2.2 Redes Aéreas de Media Tensión. (Niveles 13,2 kV y 34,5 kV)

4.2.2.1 Generalidades

Las instalaciones aéreas de distribución de media tensión serán construidas, manteniendo criterios técnicos que garanticen la estabilidad y confiabilidad de la misma, el cumplimiento de las condiciones de seguridad esperadas, y utilizando las mejores prácticas de ingeniería dadas por la experiencia y la normalización establecida por la Compañía.

En esta Norma se dan pautas para escoger los tipos de estructuras a utilizar en un proyecto de redes eléctricas de distribución de media tensión; sin embargo, será

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 14 de 99

el diseñador el que dimensione y seleccione mediante cálculos tanto eléctricos como mecánicos los requerimientos específicos a aplicar en cada proyecto.

En caso de la concurrencia de modificaciones al proyecto originalmente aprobado, éstas deberán ser puestas a consideración de manera previa para su autorización por la Compañía.

Para la construcción es importante partir de un diseño de líneas y redes de media tensión que reflejen las condiciones de latopografía de la ruta, el perfil de la línea, la identificación de detalles que afecten el plantillado de la línea, construcción y/o mantenimiento de ellas, la Compañía solicitará la información técnica pertinente para sustentar los diseños tanto de contextos urbanos como rurales.

Al diseñar las redes se debe indicar, en los planos, todas las redes de media y de baja tensión, existentes en cercanías a la localización del proyecto, las estructuras se relacionarán en orden vertical descendente. Por convención, el norte deberá quedar orientado hacia la parte superior del plano.

Se recomienda consultar el mapa de niveles, curvas o familias de estas, isoceráunicos (ode densidad de descargas atmosféricas) de Colombia (www.paas.unal.edu.co), la Norma NTC 4552 (Protección contra rayos) y la información pertinente de ISA⁵.


Las redes de media tensión rurales que tengan vanos iguales o superiores a 300 metros deberán instalar sistemas amortiguadores de vibraciones debidas a vientos de gran velocidad o muchos de bajas que son más frecuentes, para los conductores. Ver especificación correspondiente en el Capítulo XI.

El ramal principal es aquel definido por la Compañía con capacidad de transporte de 2 MVA o más. Puede coincidir con tramos de red que transporten en la actualidad o en el futuro cercano, la corriente de por lo menos dos (2) ramales o derivaciones, independientemente de la carga que transporten.

Se prohíbe el paso de la red de media tensión, sobre inmuebles (techos terrazas, etc), de tal forma que constituyan un riesgo inminente de energización o rompimiento de las distancias de seguridad en cualquier momento o tiempo después de la energización del proyecto.

Derechos de paso y servidumbre: cuando un proyecto requiera cruzar terrenos particulares, se deberán tramitar y obtener los correspondientes derechos de paso y

⁵ RECMA: Red Colombiana de medición localización y de descargas eléctricas atmosféricas

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 15 de 99

servidumbre ante su propietario con apoyo de las autoridades municipales del lugar donde se va acometer el proyecto. La Compañía dará trámite a los diseños siempre y cuando se hayan iniciado las gestiones, y hará exigible este requisito en el momento de la revisión y conexión del mismo.

Licencia ambiental: todo proyecto, de acuerdo con la normatividad vigente, que genere un impacto sobre el medio ambiente deberá tramitar y obtener la respectiva "licencia o permiso ambiental, de acuerdo con el nivel de tensión del proyecto", y elaborará el "plan de manejo ambiental" que será avalado por autoridad competente.

4.2.2.2 Apoyos

Se utilizarán como alturas normalizadas de postería: 14 metros para redes de 34,5 kV y 10 ó 12 metros para las de 13,2 kV.


Cuando una línea de media tensión se diseñe sobre el mismo eje de una línea de baja tensión, las dos deberán compartir los apoyos. En las áreas donde se permita la instalación de redes aéreas se mantendrá el criterio de ubicación óptima de estructuras con el fin de evitar el exceso y diversidad en la especificación de postería. La ubicación óptima se refiere a un soporte de las redes de media y baja tensión con el mínimo número de apoyos y que se acomode a las limitantes de urbanismo.

En los postes donde se realice el montaje de transformadores o de derivaciones de red subterránea para alimentar transformadores, es obligación del constructor ubicar los códigos, que la Compañía suministre, a una altura de 4 m sobre el piso, en forma vertical, en color rojo y con pintura tipo intemperie.

4.2.2.3 Herrajes

La conexión a la red (13,2 kV) de cualquier derivación tiene que hacerse también a través de los estribos o bucles, que irán fijados a la red aérea mediante conectores de compresión. La derivación a los bucles se hará con grapas o conectores tipo cuña de tal forma que sea muy fácil su desconexión estando la red energizada; en ambos casos, se debe garantizar el mejor y máximo ajuste entre los elementos a unir para evitar calentamientos adicionales a los propios del conductor y el medio ambiente, que deterioren rápidamente los conductores y generen baja calidad en el servicio prestado.

4.2.2.4 Conductores

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 16 de 99

En el nivel de 13,2 kV, los ramales principales se construirán manteniendo los siguientes criterios:

- Ámbitos urbanos: conductores de calibre mínimo en 2/0 ACSR AWG para ramal principal, y ramales secundarios (derivados) en 1/0 AWG mínimo.
- Ámbitos rurales: conductores de calibre mínimo en 1/0 AWG ACSR para ramal principal, y ramales secundarios (derivados) en 2 ACSR AWG mínimo. dependerá de la carga a alimentar según lo solicita el usuario.

Los alimentadores principales deberán ser trifásicos hasta el último transformador instalado.


El sobredimensionamiento de los conductores, con el propósito de que la red de uso general alimente más usuarios, se hará teniendo como referencia las consideraciones del Reglamento de Distribución (Res. CREG 070/98).

Especificación de conductores: en el capítulo I se definieron los calibres normalizados para la construcción de redes de media y baja tensión. Se mantendrá el criterio de los calibres mínimos para cada nivel de tensión. La Compañía autorizará la especificación e instalación de conductores de diámetros superiores al mínimo cuando la red sea en un futuro de uso general. Evento en el cual la Compañía y el usuario llegarán a un acuerdo conforme a lo establecido por el Reglamento de Distribución (Resolución CREG 070/98) y las leyes aplicables. (Ver Resolución 097 de 2008 "Remuneración de activos", Capítulo II).

Uso del puente flojo: En los apoyos que lleven circuitos principales a 13,2 kV y 34,5 kV, en lo posible, no se admitirán retenciones directas para derivaciones de ramales sino a través del llamado "puente o paso flojo" el cual tendrá una longitud inferior a 10 m y se construirá con aisladores de suspensión en sus extremos. No se aceptan aisladores de pin debido a que los espigos y aisladores quedan expuestos a esfuerzos transversales para los cuales no han sido diseñados y porque se convierte en un riesgo para las aves.

4.2.2.5 Protecciones

Uso de protecciones en derivaciones de media tensión: Los ramales de redes aéreas o subterráneas de propiedad privada cuya distancia al punto de conexión particular esté a 30 m se instalarán en el punto de derivación dispositivos de corte y protección contra sobre corrientes (cortacircuitos tipo fusible), las subterráneas

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 17 de 99

adicionarán los dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS)⁶ de óxido de zinc. Para distancias menores a 30 m, en redes aéreas, se admite instalar cortacircuitos en el punto de derivación, como protección para el transformador.

Cuando la red de un proyecto sea prolongación de una red principal de la Compañía, no es necesario la instalación de cortacircuitos en el poste terminal de la existente; siempre que se mantenga el mismo tipo de conductor y calibre.

Sólo se permitirá la instalación de un juego de protecciones para acometida subterránea en 13,2 kV derivada de red aérea dependerá de la importancia y magnitud de la carga a alimentar. Su instalación se hará mediante crucetas y herrajes independientes a las que soportan la red.


Uso de dados para la instalación de cortacircuitos: se utilizarán los accesorios denominados "dados" para mantener en su sitio a cada cortacircuito que fija a la cruceta metálica. Serán de las siguientes dimensiones: (3"X3"X3") 3 x 7, 62 cm.

4.2.2.6 Cable de guarda

La utilización del cable de guarda para redes de distribución en 13,2 kV y 34,5 kV se hará teniendo ante todo consideraciones de orden técnico y económico definidos por el nivel cerámico, o densidad de descargas a tierra, para la zona donde se proyecta. El nivel de protección de una línea contra descargas atmosféricas depende del nivel de apantallamiento de la zona y de su nivel cerámico o días tormenta por año. Todas las descargas atmosféricas pueden sacar de servicio la línea. Sin embargo, un nivel cerámico mayor o igual a 70 días de tormenta por año (densidad de descargas a tierra: 8,1 rayos/km²/año), que es alto, exige la instalación de elementos de protección DPSy apantallamiento (cable de guarda).

Es necesario considerar que la utilización del cable de guarda en cada estructura puede reducir la curva de utilización de la misma hasta en un 40%. El cálculo de la curva de utilización de las estructuras en poste se hace a partir del concepto de momentos flectores sobre cada uno de ellos. A mayor distancia de los esfuerzos deflectores desde el punto de empotramiento, mayor su momento flector, y mayor la sollicitación que debe hacer el momento resistente del poste. Un cable de guarda colocado en la punta del poste, a través de bayonetas, genera un momento adicional al contemplado para los conductores y por lo tanto la estructura ve reducida su capacidad de utilización.

⁶ Ver RETIE, Artículo 17, Numeral 6.

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 18 de 99

Las medidas para verificar la resistencia de puesta a tierra deberán ser realizadas de acuerdo a lo prescrito en el RETIE (Artículo 15).

4.2.2.7 Aisladores

Aisladores de suspensión: se utilizarán el tipo y la cantidad específicos para la zona donde se construirá la red. Las cantidades normalizadas serán: ⁷

- Cadenas de retención: 2 aisladores de (6") 15,24 cm (ANSI 52-1) para el sistema de 13,2 kV, y 3 de (10") 25,4cm (ANSI 52-4) para el de 34,5 kV.
- Cadenas de suspensión: 2 aisladores de (6")15,24 cm (ANSI 52-1) para el sistema de 13,2 kV, y 3 de (10") 25,4cm (ANSI 52-4) para el de 34,5 kV.
- Con la autorización de la Compañía se podrán usar aisladores fabricados en resina polimérica EPDM, o tipo Line Post (ANSI 57-2 y 57-1), que dispongan de certificados de conformidad de producto.
- En zonas industriales con emanaciones de productos químicos justificará la inclusión de aislamiento adicional.

Los grados de aislamiento mínimo, que dependen de las zonas por donde cruza una línea-línea, serán:


- | | |
|--|-----------|
| • Forestales o agrícolas. | 2,0 cm/kV |
| • Industriales | 2,5 cm/kV |
| • Industriales con productos químicos. | 3,2 cm/kV |

La carga de rotura de los aisladores será como mínimo del 80% de la del conductor que se emplee.

Uso de las varillas de armar: la fijación de los conductores a los aisladores se debe hacer utilizando las varillas de armar de acuerdo con el calibre de los conductores soportados y rematados adecuadamente para su manipulación en trabajos con línea energizada.

Aisladores de pin: se utilizarán los construidos bajo la norma ANSI 56-3 en las estructuras en suspensión para 34,5 kV. Para 13,2 kV se utilizarán aisladores tipo espigo ANSI 55-5. Con la autorización de la Compañía se podrán usar aisladores fabricados en resina polimérica EPDM, o tipo Line Post (ANSI 57-2 y 57-1), que dispongan de certificados de homologación y de conformidad de producto.

⁷ ICEL. Norma constructiva. 1971

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 19 de 99

4.2.2.8 Puestas a tierra⁸

En líneas apantalladas con cable de guarda, cada 500 metros irá aterrizado, además de todas aquellas que posean subestaciones, seccionamientos y DPS conllevaran su puesta a tierra.

La puesta a tierra será única para el cable de guarda, neutro, descargadores de sobretensión y cuba del transformador.

Cuando se requiera la puesta a tierra se empleará cable de cobre desnudo, con calibre no inferior al 2 AWG, o el paquete de conector, cinta, hebilla y varilla en acero inoxidable, tendido sobre la estructura en línea totalmente recta desde el punto de conexión en el cable de guarda o en los descargadores de sobretensión hasta su conexión con la varilla de puesta a tierra.

Para la conexión del cable de tierra al de guarda se empleará un conector bimetálico de compresión o de cuña (debidamente certificado), conectado al cable guarda mediante el sistema de "colilla" o estribo, por el cual se empalma un tramo de cable de aluminio ASC al cable de guarda o al neutro y al cable de tierra empleando el conector bimetálico.


El conductor de tierra será protegido en postes de concreto existentes en los tres metros inferiores, empleando un tubo conduit metálico de 1,275 cm (1/2") x 3 m sujeto a la estructura mediante tres amarres con cinta band-it de (5/8") 1,59 cm., y enterrado mínimo 45 cm.

Cuando se trata de torres metálicas se dispondrá a 10 cm de su punta, a 2,0 m del empalme y a 2,0m de su base de aletas, una platina de (1" x 1" x 1/4" y de 3") 2,54 x 2,54 x 0,625 y 7,62 cm de longitud con perforación para sujeción mediante conector del cable de puesta a tierra. Tales platinas estarán soldadas al montante por su parte interna por cuatro bordes. Tendrán perforación de(9/16") 1,43 cm.

Los postes o estructuras metálicas deben instalarle una puesta a tierra, excepto los destinados abaja tensión. Ver numeral 17.15. del RETIE.

La conexión de la bajante a tierra y la varilla, se hará utilizando soldadura exotérmica o conector (tipo cuña o el apropiado al sistema utilizado), que posean certificados de producto vigentes.

⁸ CHEC. Norma de Diseño y Construcción

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 20 de 99

Se emplearán electrodos de puesta a tierra de acero galvanizado en caliente o con recubrimiento de cobre electro depositado o enchaquetado en frío de 1,59 cm x 2,40 m como mínimo. La varilla no puede ser golpeada al enterrarla, debiéndose aplicar agua para lograr su deslizamiento.

Los materiales aceptados para realizar los sistemas de puesta a tierra se indican en la tabla No. 23 del reglamento técnico. El electrodo será instalado a una distancia no inferior a 1,0 m, medida desde la base de la estructura soporte.

Alrededor de la estructura se construirá una circunferencia de igual radio con cable calibre 4 AWG que será llevada igualmente a la varilla, junto con el conductor bajante de tierra.


Para disminuir la resistencia de puesta a tierra en caso de requerirse, se emplearán electrodos adicionales separados una distancia como mínimo dos veces la longitud del electrodo y conectados con cable de igual calibre y ubicar a 15 m, contrapesos.

De no obtenerse los resultados esperados de resistencia de puesta a tierra, se procederá a mejorarla con contrapesos hasta tener el valor en ohmios deseado.

El conductor bajante de los pararrayos y del transformador, cuando éste es aéreo se hará mediante conductor elegido (de cobre desnudo de calibre No. 2 AWG, acero inoxidable), unido a una varilla (de cobre puro o copperweld, o de acero inoxidable (Norma ICONTEC 2957), no se aceptarán varillas cobrizadas por proceso electrolítico; la unión entre la varilla y el conductor se hará mediante soldadura exotérmica (Unión Cadweld o similar). El uso de conectores de bronce con tornillo galvanizado se admitirá bajo autorización de la Compañía. Ante el creciente hurto del cobre se han implementado bajantes en cinta de acero y varillas de puesta a tierra en acero inoxidable.

Dependiendo de la malla de puesta a tierra, se construirá uno o varios fosos cilíndricos y/o cuadrados, para inspección y prueba periódica de la resistencia de puesta a tierra, de 30 cm de diámetro o lado y 30 cm de profundidad con paredes y tapa en concreto; ésta llevará su manija.

El cumplimiento de estos valores de resistencia de puesta a tierra no libera al diseñador y constructor de garantizar que las tensiones de paso, contacto y transferidas aplicadas al ser humano en caso de una falla a tierra no superen las máximas permitidas. Los valores de resistencia de puesta a tierra establecidos en el reglamento son los proporcionados en la tabla 25 del RETIE.

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 21 de 99

4.2.3 Transformadores de Distribución

Los transformadores a instalar en el casco urbano serán exclusivamente trifásicos, a excepción de los de alumbrado público o los de uso exclusivo para un predio. Sin embargo, la Compañía se reserva el derecho de exigir el tipo más conveniente para el caso específico.

Los transformadores a instalar en las redes de la Compañía serán nuevos. Los reparados serán admitidos únicamente para uso exclusivo de un usuario.

La Compañía exigirá para la instalación de transformadores la presentación de la carta de garantía de calidad del equipo, que debe estar vigente, y el original del protocolo de pruebas expedido por el reparador o fabricante con fecha de expedición no superior a cuarenta (40) días⁹. En el protocolo se deben certificar niveles de pérdidas inferiores a los establecidos en las Normas ICONTEC 818,819 y 1954, en su versión más reciente. El incumplimiento de estos requisitos será causal para la no aceptación de los transformadores.

La Compañía podrá realizar las pruebas que considere pertinentes a los transformadores que se instalen en su sistema de distribución. Si los resultados no cumplen los límites técnicos normalizados, no se autorizará su instalación.


Los transformadores deberán tener, igualmente, el certificado de conformidad de producto con el RETIE de acuerdo a lo prescrito en su Artículo 2º.

Se deberá seleccionar el transformador entre las siguientes capacidades normalizadas:

- A. Como máximo, la capacidad inmediatamente superior a la carga de diseño. No se permitirán proyecciones a futuro por encima de este margen, cuando las pérdidas del transformador sean asumidas por la Compañía.
- B. Para los transformadores monofásicos, 13.200/240/120V, se admitirá hasta los 37,5 KVA inclusive.

El grado de cargabilidad del transformador se mantendrá dentro de los límites establecidos por la Guía Técnica Colombiana GTC50, citada en el Capítulo II. Ella permite, para períodos cortos, una cargabilidad del 110%. El uso de los transformadores de manera permanente en condiciones de sobrecarga superior a los establecidos, genera una drástica reducción de su vida útil.

⁹ Numeral 4.4.6 Res. 070/98

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 22 de 99

Excepcionalmente, en los casos en que el transformador alimente a un solo usuario y sea de su propiedad, se permitirá que la carga pico sea como máximo el 120% (en períodos preferiblemente cortos) de la capacidad nominal del transformador.

En los transformadores instalados en poste en el área urbana, las protecciones deberán quedar para su fácil maniobrabilidad desde la vía y en el sector rural pueden instalarse por detrás del transformador.

- A. De acuerdo al numeral 30.3 del RETIE, se podrán aceptar subestaciones con transformador en poste, sin ningún tipo de encerramiento, siempre que no supere 250 kVA ni 800 kgf de peso. Los transformadores menores o iguales a 112,5kVA y con un peso inferior a 600 kgf, se podrán instalar en un solo poste siempre que este tenga una resistencia de rotura no menor a 510 kgf, igualmente se podrán aceptar la instalación de transformador de potencia superior a 112,5 y menor o igual a 150 kVA con pesos menores a 700 Kgf en un solo poste con carga de ruptura no menor a 750 kgf. Los transformadores de capacidades superiores a 150 kVA deben montarse en estructuras tipo H.

No obstante lo anterior, la Compañía recomienda que los transformadores de 112,5kva se instalen en postes que tenga una resistencia de rotura no menor a 1050kgf.

En los casos que aplique, se hará uso de transformadores tipo seco y sumergible para dar cumplimiento a lo dispuesto en el RETIE. Los transformadores con aislamiento en aceite deberán ir dentro de una bóveda exclusiva, dentro de la cual no se permite el uso de equipamiento alguno.


La Compañía revisará los casos especiales, sin embargo, no se prevé la instalación de equipo de maniobra en baja tensión al interior del cuarto de la Subestación. Este criterio busca mantener fuera de esta área al personal no calificado.

4.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN PARA CIRCUITOS SUBTERRÁNEOS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

4.3.1 Generalidades

A. Transiciones aéreas - subterráneas:

La mayoría de los sistemas subterráneos son alimentados desde líneas aéreas. La transición de aérea a subterránea se realiza en un poste ya sea para tensiones de

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 23 de 99

media o baja tensión primaria o secundaria. Los cables conductores son bajados del poste al nivel subterráneo a través de tubería galvanizada y de allí en adelante se instalarán ductos en material PVC lisos o corrugados, con certificado de conformidad de producto con el RETIE, que conectarán los tramos entre cajas de inspección subterránea (en mampostería).

Para acometer un proyecto de canalización subterránea de circuitos es necesario evaluar, entre otros:

- A. Tipo de terreno.
- B. Planeamiento urbanístico.
- C. Reglamentaciones de Organismos de Regulación y Control.
- D. Calidad del servicio.
- E. Disponibilidad de presupuesto
- F. POT.

En las transiciones de red aérea a subterránea y viceversa se instalará ductos metálicos galvanizados con sus respectivos accesorios para los circuitos de red de distribución eléctrica de media tensión a 34,5 kV, 13,2kV y baja tensión.

En las transiciones aéreas a subterráneas se instalará un ducto por poste en Media Tensión y hasta tres (3) ductos por poste en Baja Tensión.


Cuando excepcionalmente se instalen ductos de diferentes materiales, deberá haber cámaras o cajas de paso en cada uno de los puntos de transición.

B. Cajas de Inspección:

Las cajas de inspección no son prefabricadas, y sus paredes son en ladrillo tolete recocido colocado en forma "trabada", con las superficies internas pañetadas, el piso es en concreto de 175 Kg./cm² (2.500 PSI) sobre una capa de recebo previamente compactada, lo que constituye una construcción en mampostería.

En algunos casos, la profundidad de las cajas de inspección subterráneas dependerá del nivel freático del terreno donde sea construida. Toda caja de inspección de acuerdo a norma incorporará un sistema de drenaje. Deberá proveerse un mecanismo de filtro o sifón que impida el acceso de olores hacia el resto de la instalación. El desagüe irá instalado en la parte más baja de la caja.

En el piso de las cajas, se ubicará un drenaje (caja o tubería), dependiendo del nivel freático de la zona donde esté instalando el sistema subterráneo.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 24 de 99

En las Normas SB 274, SB 275, SB 276, SB 277, SB 280 y SB 281 del capítulo VI, se muestran los detalles constructivos de las diferentes cajas. Las tapas de las cajas son prefabricadas y deben ser construidas de acuerdo con las Normas SB 274-2, SB 278 y SB 280-3 del mismo capítulo.

Al llegar a una de las cajas, los ductos deberán estar provistos de campanas (ductos de PVC) o de boquillas terminales (ductos de acero galvanizado), ver Norma SB 205 del capítulo VI.

Se deben construir desagües en las cajas de inspección para acometidas de MT y BT, en la parte más baja de cada proyecto y donde se requiera.

Los desagües deben construirse en tubería de 1½"o 3.81 cm a 2½"o 6,35 cm de diámetro y conectarse a la red de aguas lluvias de la vía.

Cuando la red de aguas lluvias se encuentre a nivel superior al piso de la cámara de inspección, se debe construir una cámara sencilla intermedia en la cual los ductos y el drenaje tengan un nivel superior a la red de aguas lluvias.

En el sistema subterráneo se utilizan cajas de inspección dobles (Norma SB 276), cajas de inspección sencillas (Norma SB 275) y cajas de inspección para acometidas de Baja Tensión y Alumbrado Público (Norma SB 274), y cajas para alojar elementos premoldeados (Normas SB 281, 293 y 405).


C. Canalizaciones o banco de ductos:

La profundidad de las zanjas tiene en cuenta los requerimientos de esfuerzos a que puedan estar sometidos los ductos según el sitio donde estén instalados. Ver Normas SB 207 aSB218 del capítulo VI.

Si la excavación, de las zanjas, se realiza con equipo mecánico se deben dejar los últimos 20 centímetros para ejecutarlos manualmente.

Si al hacer la excavación de la zanja se encuentra en el fondo, material de mala calidad como arcillas expansivas por ejemplo, se debe extraer y rellenar con relleno compactado en una profundidad de sobre excavación de 30 centímetros. El fondo de la zanja debe ser uniforme y debe compactarse para evitar posibles pandeos de la canalización.

Los ductos más profundos deben descansar uniformemente sobre lechos nivelados y compactados. Se debe colocar una capa de arena de peña con un espesor mínimo de 4 centímetros en el fondo de la zanja.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 25 de 99

Las uniones de ductos dentro del tendido de la ductería deben quedar traslapadas, nunca deben quedar una sobre otra.

Los espacios entre ductos deben ser llenados exclusivamente con arena de peña compactada, libre de piedras.

Para mantener la separación entre ductos se deben colocar estacas o guías de madera mínimo 4 centímetros de espesor a lado y lado de cada tramo de ducto y rellenar con arena de peña cada una de las filas de ductos instalados horizontalmente para luego retirar las estacas.

Después de haber colocado una capa de 20 centímetros de material de relleno sobre la primera fila de ductos (la más superficial), se debe compactar el material con "vibro compactador manual" o "pisón" y así sucesivamente en capas de 15 centímetros hasta la superficie.

El relleno de las zanjas por encima de la arena que cubre los ductos se hará según el caso en capas de materiales de la misma excavación o de materiales seleccionados y compactados ver Normas SB 207 a SB 218 del capítulo VI.


La excavación se debe entibar cuando exista la posibilidad de derrumbes. Los entibados serán retirados cuando la excavación haya sido rellenada y compactada.

Los ductos de reserva deben taponarse a fin de mantenerlos libres de basura, tierra etc. ver tapones en Normas SB 201 y SB 201-1 del capítulo VI.

Como señal preventiva de presencia de ductos eléctricos instalados se debe colocar a lo largo de la zanja a una profundidad de 30 cm. de la superficie del relleno, la banda plástica especificada en la Norma SB 273, SB 273-1 y SB 217, del capítulo VI.

En terrenos planos los ductos se deben instalar con una pendiente del 0.1% entre cajas. En terrenos escarpados la ductería no debe tener una pendiente superior al 30%, ver Norma SB 282 del capítulo VI.

La selección del diámetro de los ductos sobre andenes, vías y espacios públicos de centros poblados estará de la siguiente forma: El ducto más pequeño a colocar será de 100 mm (4") en redes de 13,2 kV; y para las redes de 34,5 kV de 152mm(6"); hasta 4 pulgadas (100mm) para acometidas en B.T. y 3 pulgadas(76,2 mm) mínimo en Alumbrado Público.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 26 de 99

En casos excepcionales cuando se necesitan más de 9 ductos, éstos se deben construir en bancos separados con cámaras de inspección independientes.

Para el uso de los ductos se utilizarán los del fondo de la caja de inspección para las tensiones mayores y los más superficiales con circuitos de tensiones en BT. Esta disposición de los conductores de diferentes tensiones será previamente autorizada por la empresa y solo se considera para los casos donde se demuestre su necesidad y que se realice un marquillado claro sobre los diferentes circuitos a diferentes niveles de tensión.

Es importante resaltar la obligatoriedad, como medida de precaución, de instalar marquillas en la banda plástica de color amarillo, que lleve impreso en forma visible aviso de peligro por electricidad de alta tensión en letras y símbolos indelebles, a todo lo largo de las zanjas y a una distancia 20 cm por encima del arreglo. La canalización eléctrica de baja tensión se utilizará de manera exclusiva. Únicamente se admite compartir canalización con las redes subterráneas de alumbrado público.

Se utilizan para canalizar redes de distribución de MT y BT, alumbrado público y acometidas. Los ductos metálicos tienen aplicación en casos especiales como en el cruce de vías férreas, transferencia de redes aéreas a redes subterráneas y vías con alto volumen de tránsito liviano y pesado.


Los ductos PVC corrugados, lisos, livianos y flexibles deben cumplir con las normas NTC para sus especificaciones para lo cual se puede observar dichas normas desde el numeral 12.4.13 hasta el numeral 12.4.16 del capítulo XII, respectivamente.

D. Tendido de cables en canalizaciones

Previo al tendido de cables se debe determinar las longitudes máximas, de los tramos de cables y las tensiones mecánicas a los que serán sometidos éstos.

Los esfuerzos mecánicos que soporta un cable durante la instalación, no deben sobrepasar los límites elásticos del conductor ni exceder la presión lateral permisible sobre el aislamiento o chaqueta del cable.

Se debe prestar especial atención a la curvatura de los conductores dentro de las cajas, de tal forma que estos no se afecten ni mecánica ni eléctricamente; si fuese necesario el uso de empalmes en una red subterránea, estos deberán quedar en una caja de inspección y deberán ser del tipo premoldeado de tal forma que así se pueda garantizar la continuidad eléctrica y mecánica de los conductores.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 27 de 99

No se permite compartir los ductos de energía eléctrica con los de otros servicios como agua, gas, telefonía etc. En lo posible no deberá haber acercamientos menores a 30 cm. y el ducto eléctrico se instalara a la mayor profundidad.

Los ductos que terminan en las cámaras de inspección o sótanos de empalme deberán estar provistos de juntas tipo campana del mismo material que el ducto.

Las profundidades mínimas (en lo posible se tendrán en cuenta las profundidades expresas en las Normas de construcción) para redes de distribución serán:

Entre el nivel superior del ducto o banco de ductos y la rasante del terreno como mínimo 0.7 m, y hasta 0.8 m según las condiciones del terreno.

Los diferentes arreglos de bancos de ductos, dependiendo del diámetro de los mismos o el sitio que atraviesen, pueden verse en las Normas SB 205 a SB 405 del capítulo VI de la presentes norma.

Las canalizaciones subterráneas en ductos deben tener cámaras de inspección que cumplan los requerimientos antes dichos, debiéndose instalar, en tramos rectos, a distancias no mayores a la especificada en el literal l) del numeral 34.2 del artículo 34 del RETIE.


4.3.2 Redes subterráneas de Baja Tensión

Cuando se construyan redes subterráneas en baja tensión se dejará como tubos de reserva un número igual a la cantidad de ductos ocupados.

El tubo que sirve para bajar una acometida aérea y convertirla en subterránea (transición aéreo-subterránea) debe ser de acero galvanizado hasta la primera caja subterránea de inspección; de aquí hacia adelante se instalarán ductos en material PVC lisos o corrugados, debidamente homologados y con Certificado de Conformidad de producto, según lo establece el RETIE, que conectarán los tramos entre cajas de inspección subterránea (en mampostería).

Los conductores de acometidas deben ser en cable concéntrico de cobre, no deben presentar interrupciones entre el punto de conexión y el medidor de energía. A un costado del poste solo se permitirá una caja de inspección.

Máxima cantidad de acometidas subterráneas desde el sistema aéreo: Se instalarán hasta tres (3) ductos por poste en Baja Tensión. Para evitar riesgos eléctricos por concurrencia de uno o más circuitos de Baja Tensión de diferentes fuentes y eliminar retornos o energizaciones por plantas de emergencia no se permitirá

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 28 de 99

compartir dos o más circuitos diferentes en Baja Tensión en un mismo poste (caso: finales de circuito).

El tamaño mínimo de la tubería para redes de baja tensión será de 2". En general, se mantendrán los criterios para selección de canalizaciones eléctricas consignadas en la Norma ICONTEC NTC 2050, y lo prescrito por RETIE.

En algunos casos, la profundidad de las cajas de inspección subterráneas dependerá del nivel freático del terreno en donde sea construida. Toda caja de inspección, de acuerdo con la norma, incorporará un sistema de drenaje. Deberá proveerse un mecanismo de filtro o sifón que impida el acceso de olores hacia el resto de la instalación. El desagüe irá instalado en la parte más baja de la caja.

En las cámaras subterráneas, los alimentadores, barrajes y acometidas son de uso exclusivo de la Compañía, por lo tanto, en la cámara se debe instalar una tapa interior, con dispositivos que permitan colocar sellos e impedir la manipulación del usuario


Las modificaciones en obra que tengan que hacerse a las especificaciones de las cajas de inspección por situaciones excepcionales, deberán ser consultadas, revisadas y aprobadas por la Compañía.

Entre cajas de inspección no debe haber más de 80 m de separación, se debe prestar especial atención a la curvatura de los conductores dentro de las cajas, de tal forma que estos no se afecten ni mecánicamente ni eléctricamente; si fuese necesario el uso de empalmes en una red subterránea estos deberán quedar en una caja de inspección y deberán ser del tipo premoldeado de tal forma que así se pueda garantizar la continuidad eléctrica y mecánica de los conductores.

Es importante resaltar la obligatoriedad, como medida de precaución, de instalar la banda plástica de color amarillo que lleve impreso en forma visible aviso de peligro por electricidad de Baja/Alta tensión en letras y símbolos indelebles, a todo lo largo de las zanjas y a una distancia 20 cm por encima del banco de ductos.

En general, la canalización eléctrica de baja tensión se utilizará de manera exclusiva. ENERTOLIMA podrá admitir que se comparta canalización con otras redes subterráneas (alumbrado público, comunicaciones y televisión por cable), previa aprobación de la Compañía y cumplimiento del Manual de Convivencia para Cable operadores del Sistema Eléctrico del Tolima.

4.3.2.1 Transiciones aéreas - subterráneas:

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 29 de 99

Máxima cantidad de acometidas subterráneas desde el sistema aéreo: se instalarán hasta tres (3) ductos por poste en Baja Tensión. Para evitar riesgos eléctricos por concurrencia de uno o más circuitos de Baja de diferentes fuentes y eliminar retornos o energizaciones por plantas de emergencia; no se permitirá compartir dos o más circuitos diferentes en Baja Tensión en un mismo poste (caso: finales de circuito).

El tamaño mínimo de la tubería para bajantes de transición en redes de baja tensión será de (2") 5,08 cm.

4.3.2.2Cajas de Inspección:

Las modificaciones en obra que tengan que hacerse a las especificaciones de las cajas de inspección, por situaciones excepcionales deberán ser consultadas y aprobadas por la Compañía.

Las cajas de inspección doble se construirán perentoriamente en las esquinas de las manzanas y en los sitios donde se planeen o ejecuten derivaciones subterráneas.

Cuando haya cambio del tipo de ducto, este debe hacerse a través de una caja de inspección.

Los barrajes preformados deben instalarse en cámaras tipo sencillas según norma SB 275, esto debido a lo establecido en la norma NTC 2050sección 110-16 Espacio alrededor de los equipos eléctricos; las normas SB 293y SB 405 del capítulo VI de esta norma, en forma vertical y debidamente identificadas. En el interior de la cámara se debe instalar una tapa interior, con dispositivos que permitan colocar sellos e impedir la manipulación del usuario.


En la Norma NMSB 340 del capítulo XII se presenta la configuración del barraje preformado para baja tensión.

4.3.2.3Canalizaciones o banco de ductos:

Cuando se construyan redes subterráneas en baja tensión se dejará como tubos de reserva un número igual a la cantidad de los ocupados.

La construcción por medio de canalizaciones o banco de ductos se puede realizar de las siguientes formas:

Cárcamos: Los cables van instalados en una excavación o trinchera con paredes y piso en mampostería y parrillas o bandejas de soporte y tapas en material. En la

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 30 de 99

construcción del cárcamo se prevén dispositivos para asegurar los cables. Este tipo de construcción es recomendable para patios de subestaciones. No recomendable en áreas públicas.

Bandejas: Los cables instalados en cárcamos usan soportes horizontales abiertos asegurados a las paredes o al techo de las edificaciones. Presenta las mismas ventajas y desventajas de la construcción en cárcamos.

Ductos: Los cables van protegidos en tuberías que pueden ser de acero, PVC o polietileno de alta densidad y resistencia. Debe preverse que los conductores tendrán menor capacidad de corriente y que no puede ser empalmado.

Los ductos son los elementos de blindaje y aislamiento de los conductores, garantizando la calidad y estabilidad de las redes, deben cumplir con lo exigido en el numeral 17.11 del RETIE "bandejas, portacables y canalizaciones (canaletas, bancos ductos, tubos, tuberías y bus de barras)".

Las características generales de construcción de las zanjas e instalación de ductos debe realizarse tal como lo muestran las diferentes figuras que hay incorporadas en esta norma en el capítulo VI.


Se podrán utilizar ductos de PVC tipo DB o tipo TDP según las características técnicas, recomendaciones del fabricante y criterio que adopte la Compañía. Los ductos deben estar en perfecto estado a simple vista, no presentar perforaciones, fisuras, deformaciones en el sentido del eje del ducto (curvatura) ni en el sentido diametral o transversal del ducto (disminución del diámetro, signos de maltrato).

El diámetro del ducto estará determinado por el número y calibre de los conductores que alojará, dejándose siempre una superficie libre de al menos el 60% del área del ducto. Cada ducto sólo podrá contener un alimentador o circuito eléctrico, independientemente de que exista capacidad para albergar más conductores.

En el caso de los circuitos de baja tensión, debe dejarse como mínimo un ducto de reserva por banco.

4.3.2.4 Tendido de cables en canalizaciones

Los conductores no tendrán interrupciones entre el punto de derivación de la red aérea y el medidor de energía. A un costado del poste sólo se permitirá una caja de inspección.

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 31 de 99

4.3.2.5 Conectores secundarios

Para conectar cables secundarios al terminal secundario de un transformador, es comúnmente usado el terminal tipo pala de compresión, cubierta con mantas termo-contráctiles y evitar la conexión desde estos puntos terminales.

4.3.3 Redes subterráneas de Media Tensión (13,2 kV, 34,5 kV)

En esta sección se presentan las especificaciones técnicas generales que deberán tenerse en cuenta para los procesos de construcción de este tipo de instalaciones.

La disposición de los conductores dentro del ducto debe conservar su posición y adecuación a lo largo de su recorrido, asegurando que se mantenga la separación de los circuitos.

Los ductos se colocarán con pendiente mínima del 1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo de 0,7 m de relleno sobre el ducto, en las normas se especifican.


Cuando se utilicen ductos metálicos, estos deben ser galvanizados en caliente y estar conectados eléctricamente a tierra. Se instalarán dentro de ellos líneas completas, monofásicas o polifásicas con su conductor de puesta a tierra de protección. No se admitirá el tendido de los conductores de fase, neutro o de tierra separados del resto del circuito o formando grupos incompletos de fases, fase y neutro o fase y tierra por ductos metálicos.

4.3.3.1 Transiciones aéreas - subterráneas:

La mayoría de los sistemas subterráneos son alimentados desde líneas aéreas. La transición de aérea a subterránea se realiza en un poste ya sea para voltajes primarios o secundarios. Los cables conductores son bajados del poste al nivel subterráneo a través de tubería conduit galvanizada y de allí en adelante se continúa la línea de conducción de energía por medio de canalizaciones. Ver norma LA 218. (ver la norma que aplica).

Para acometer un proyecto de canalización subterránea de circuitos es necesario evaluar, entre otros:

- Tipo de terreno
- Planeamiento urbanístico

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 32 de 99

- Reglamentaciones de Organismos de Regulación y Control
- Calidad del servicio
- Disponibilidad de presupuesto

4.3.3.2 Cajas de Inspección:

Los bancos de ductos subterráneos se construyen en forma recta, por ello las cajas de inspección se deben proyectar cuando se presenten cambios de dirección y/o diferencias de nivel del terreno, en las derivaciones, en las esquinas de las calles o cuando cambie el diámetro de los ductos, al lado y lado de las vías, en tramos rectos no mayores a 80 metros, junto a los afloramientos y en general, donde a juicio de la Compañía, se requieran para la inspección de las redes y de esta manera garantizar la calidad, estabilidad y la confiabilidad del servicio.

Las cajas de inspección dobles se construyen en las esquinas, en las derivaciones subterráneas de los circuitos primarios, junto a la caja con elementos premoldeados. (Norma SB 281 del capítulo VI), y en las acometidas subterráneas de transformadores en poste. En las redes de 34.5 kV todas las cámaras deben ser dobles.


Las cámaras se ubicarán preferiblemente en andenes o zonas verdes.

En casos excepcionales y a juicio de la Compañía, se construirán cajas triples (Norma SB 277 del capítulo VI), y en caso de tener que ubicarse una caja en la calzada o zona vehicular se construirá la caja estipulada por la Norma SB 280 del capítulo VI.

Las cajas de inspección se deben identificar sobre su tapa, de acuerdo a lo indicado en la norma SB 278-1 del capítulo VI de esta norma.

De acuerdo a lo dispuesto en el artículo 34.2.c del RETIE, no se admite que redes de distribución de gas y agua utilicen la canalización eléctrica. Deberá mantenerse una distancia útil mínima de 0,20 m entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, calefacción, vapor, aire comprimido, entre otros). Si ésta distancia no puede ser mantenida se deben separar en forma efectiva las instalaciones a través de una hilera cerrada de ladrillos u otros materiales dieléctricos, resistentes al fuego y al arco eléctrico y malos conductores de calor de por lo menos 5 cm de espesor.

Las cajas de inspección de media tensión se usarán en forma exclusiva, para circuitos a este nivel.

 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 33 de 99

4.3.3.3 Canalizaciones o banco de ductos:

Igualmente, El RETIE en el Artículo 17, Numeral 11.2 "CANALIZACIONES" Cables Subterráneos, establece los requerimientos que deben cumplir para el tendido de cables subterráneos.

Para las zonas de las ciudades donde las canalizaciones subterráneas sean obligatorias, se instalarán como mínimo cuatro (4) ductos de 4" o 10,32cm de diámetro, incluyendo el utilizado. En instalaciones de uso exclusivo por el usuario, el número de ductos libres se determinará con base en las necesidades particulares.

En los circuitos de 34,5 kV y 13,2 kV el número de ductos de un banco debe ser superior al número de circuitos proyectados, en razón a que deben dejarse ductos de reserva para trabajos de mantenimiento y para refrigeración de los mismos. Por cada dos ductos ocupados debe existir un ducto de reserva.

, lo que implica que en los bancos de 6 ductos se podrán instalar hasta 4 circuitos.


4.3.3.4 Tendido de cables en canalizaciones

La distribución subterránea de redes de distribución de media tensión a 13,2 kV se hará en forma trifásica con conductores monopolares o tripolares aislados en polietileno reticulado termoestable (XLPE).

Cuando una red aérea se convierta en subterránea, sin perder continuidad el alimentador principal, el tramo subterráneo, sólo tendrá como protección la respectiva contra sobretensiones (DPS), ubicadas en sus extremos siempre y cuando su longitud sea mayor a 100 m; en caso contrario sólo se protege un extremo del tramo.

Al instalar los cables subterráneos es necesario dejar una tolerancia en el cable realizando bucles en cajas de inspección de tal forma que se facilite el manejo de las curvas, desde el punto de vista eléctrico y mecánico, o cualquier deterioro de ellos; para ello se tendrá en cuenta la sección 300-34 de la NTC 2050, la cual establece que el radio de curvatura de los cables de potencia deben ser de doce (12) veces el diámetro exterior del conductor.

Relleno: No se debe rellenar una zanja con piedras grandes, materiales de pavimentación, escoria, otros elementos grandes o con bordes afilados ni con material corrosivo, donde esos materiales puedan afectar a cables, canalizaciones u otras estructuras o puedan impedir una buena compactación del relleno o contribuir a la corrosión de dichos cables, canalizaciones o estructuras. Cuando sea necesario

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 34 de 99

para evitar daños físicos al cable o canalización, se les debe proteger con materiales granulados o seleccionados, con tablonces, cubiertas u otros medios adecuados y aprobados.

Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito, los conductores puestos a tierra, cuando existan, y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos, se deben instalar en la misma canalización o lo más próximos posible en la misma zanja.

4.3.3.5 Terminales primarios¹⁰¹¹

Los cables primarios subterráneos son construidos de tal forma que el esfuerzo eléctrico dentro del aislamiento sea distribuido uniformemente. Para prevenir fallas es necesario instalar terminales en los puntos donde el cable debe ser cortado para conectarlo al equipo, líneas aéreas u otra pieza de cable. Los objetivos de los terminales son:

- A. Proveer una conexión de transmisión de corriente.
- B. Proveer protección contra la humedad.
- C. Proporcionar alivio al esfuerzo de voltaje.
- D. Proporcionar al cable una distancia de fuga aislada adicional y hermeticidad.
- E. Reducir y controlar esfuerzos eléctricos.


Cuando el cable es energizado, se desarrolla un esfuerzo de voltaje en el cambio abrupto entre las porciones con y sin apantallamiento del cable. El esfuerzo excesivo causará daño en el aislamiento del cable. Para prevenir el sobre-esfuerzo en este punto, el aislamiento es aumentado y el apantallamiento es continuado hasta el aislamiento. En el extremo del apantallamiento todavía existirá algún exceso de esfuerzo, pero el aislamiento aumentado puede resistir este esfuerzo.

Terminal Preformado Tipo Cono para Cables de Media Tensión (34,5 y 15 kV).

El elemento primordial de este terminal es básicamente el cono de alivio, el cual está constituido de dos materiales elastoméricos premoldeados, uno de características aislantes y el otro de características semiconductoras (dentro de los límites establecidos en la Norma IEEE 592-1977), unidos en el proceso de

¹⁰ EPSA. Normas de diseño y construcción.

¹¹ La utilización de terminales en los sistemas de Distribución subterránea tiene como objetivo primario es el reducir o controlar los esfuerzos eléctricos que se presentan en el aislamiento del cable, al interrumpir y retirar la pantalla sobre el aislamiento, y como objetivos secundarios se encuentran el proporcionar al cable una distancia de fuga aislada adicional y su hermeticidad.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 35 de 99

fabricación aplicando presión y temperatura con lo que se asegura una adhesión total y elimina la producción de burbujas de aire en el cuerpo del aislante.

En el terminal tipo cono de uso exterior, además del cono de alivio, se emplean campanas premoldeadas, que constan de módulos de material elastoméricos aislante, el cual presenta alta resistencia a la formación de superficies carbonizadas (tracking), así como alta resistencia a los rayos UV. La función de estas campanas premoldeadas es la de proporcionar una distancia de fuga adicional.

Terminales con materiales controladores de esfuerzo de alta constante dieléctrica, preformados o de cinta.

EL control del esfuerzo se realiza por medio de material aislante con una alta constante dieléctrica, que conservando sus características aislantes refractan las líneas de campo eléctrico en la región adyacente al corte de la pantalla electrostática no permitiendo la concentración de las mismas. Esto le permite emplearse en lugar del cono de alivio tradicional.


En el terminal con materiales de alta constante dieléctrica de uso exterior (caso: elementos preformados) se tiene incorporadas las campanas premoldeadas para aumentar la distancia de fuga. En los terminales en cinta de alta constante dieléctrica hay necesidad de aplicarle, al terminal tipo interior, cinta eléctrica auto fundente de caucho o silicona sobre todo el terminal desde la chaqueta hasta el borne del terminal.

Los codos y barrajes preformados se utilizan como elementos de conexión, más no como elementos de maniobra.

En la instalación de barrajes preformados debe existir un barraje por cada fase y se deben incluir los siguientes elementos:

- A. Tres (3) barrajes de 600A, 15 kV de cuatro vías, con brazo ajustable para montaje de los codos. Los bujes de las cuatro vías son para: Entrada – Salida – Derivación y reserva.
- B. Nueve (9) terminales tipo codo de 600A, 15 kV.
- C. Tres (3) receptáculos de parqueo para codo de 600A.
- D. Seis (6) tapones protectores aislados para buje de 600A.
- E. Tres (3) soportes de parqueo.
- F. Tres soportes de montaje del barraje.

De acuerdo a la ubicación del barraje preformado en la configuración del circuito de M.T, La Compañía podrá exigir la instalación de pararrayos tipo codo.

 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 36 de 99

En caso de que sean necesarias más entradas, salidas y/o derivaciones, se deben suministrar e instalar los elementos adicionales, tales como terminales tipo "T", interfaces reductoras para 200A, terminales tipo codo 200A y pararrayos tipo codo.

Las Normas NM-09021 y NM-09022 del capítulo XII, muestran la elaboración de terminales de cables de 15 kV o 35 kV, tipo cono para uso interior con terminales preformados. La elaboración de terminales preformados tipo cono para uso exterior se presenta en la Norma NM-09024 del capítulo XII.

La Norma NM-09027 del capítulo XII, presenta la elaboración de terminales preformados de alta constante dieléctrica, para uso interior en 15 y 35 kV; la NM-09028 del capítulo XII, por su parte, incluye lo correspondiente al tipo exterior.

4.3.3.6 Conectores aislados separables

Se define como conector aislado separable al sistema, completamente aislado, usado para efectuar la unión eléctrica de un cable de energía aislado, a un aparato eléctrico u otros cables de energía, o a ambos, de tal manera que la conexión pueda ser establecida o interrumpida fácilmente, acoplando o separando las partes de la unión del conector en las interfaces operativas.

Los conectores aislados separables se pueden clasificar como sigue:


- Por las características de desconexión, se tienen conectores desconectables con carga y desconectable sin carga.
- Por su corriente nominal, se tiene hasta 200A y 600A.
- Por su tensión máxima, según el circuito, ya sea monofásico o trifásico

Los elementos preformados deben cumplir con la norma ANSI/IEEE Std 386-1977 "Separable Insulated Connectors For Power Distribution Systems above 600 V".

En el capítulo XII de esta norma encontrara las Normas NM-09031 y NM-09032 que presenta la instalación de los terminales tipo T de 600 A a 15 kV.

4.3.3.7 Empalmes Primarios

Se entiende por empalme la conexión y reconstrucción de todos los elementos que constituyen un cable de potencia aislado, protegidos mecánicamente dentro de la misma carcasa.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 37 de 99

Empalmar un cable subterráneo primario requiere unir los finales de los conductores primarios, reconstruyendo las porciones de cables que fueron removidas, y proporcionando protección contra la humedad sobre el área empalmado. Para lo anterior puede aplicarse de acuerdo a la norma NM 09029 del Capítulo XII.

En ningún caso la empresa acepta que los empalmes primarios se realicen en el recorrido de ductos.

4.3.3.8 Puesta a tierra de pantallas electrostáticas

Las pantallas electrostáticas serán debidamente puestas a tierra en las cámaras de empalme mediante alambre de cobre calibre 12 AWG aislado en color verde y varilla de puesta a tierra de (5/8") 1,6 cm x 2.4 m. Deben atenderse las instrucciones del fabricante de los terminales y empalmes premoldeados.


4.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

4.4.1 Generalidades

Para el caso de realizar construcción de obra eléctrica en el municipio de Ibagué, se debe dar cumplimiento al Acuerdo 009/02 emitido por el Concejo Municipal de Ibagué, que señala:

Cuartos para subestaciones de energía (Artículo 89): toda edificación para uso multifamiliar, comercial, industrial, o de equipamientos municipales, contará con sitio dedicado exclusivamente a la instalación de equipos de medición, elementos generales de protección y los transformadores que se requieran en la edificación, así: se podrán localizar espacios a la intemperie en áreas privadas o en locales cubiertos diseñados y construidos para tal fin, y deberán tener el área suficiente para la colocación de los equipos y para el trabajo, manipulación y mantenimiento, cumpliendo con las distancias de seguridad establecidas en el capítulo II, artículo 13° del RETIE y las establecidas en la sección 110 de la NTC 2050 primera actualización para espacios de trabajo.

Normas mínimas para Energía (Artículo 136): todos los desarrollos urbanísticos que se ejecuten en el Municipio de Ibagué y los de las otras zonas administrativas de la Compañía, diseñarán y construirán sus redes eléctricas según la norma establecida por la Compañía o quien haga sus veces.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 38 de 99

Para el diseño y construcción de subestaciones eléctricas se deberán cumplir las prescripciones establecidas en el RETIE. En particular deberán tenerse en cuenta los requisitos específicos para el proceso de distribución (Capítulo VRETIE)

Para las subestaciones de media tensión tipo interior deberán cumplirse las reglas relacionadas en el Numeral 4.47 (Artículo 19, Reglas básicas de trabajo, RETIE).

Se entiende por subestación, al punto de un sistema eléctrico donde hay transformación de tensión ya sea 34.500 – 220/127; 34.500 – 440/254 y 13.200 – 220/127; 13.200 – 208/127; 13.200 – 440/254; 13.200 – 240/120. Pueden ser del tipo intemperie o interior.

Deben ubicarse en un sitio que permita el libre acceso y tener amplitud de espacio con el propósito de garantizar un seguro y adecuado manejo de celdas y equipos y para la realización de maniobras y mantenimientos. El cuarto de la subestación se debe mantener libre de elementos ajenos a la subestación y en ningún caso podrá usarse como sitio de almacenamiento.


En los Capítulos VII y VIII se presentan los esquemas constructivos de los centros de transformación aéreos y subterráneos normalizados denominados "Subestaciones", las cuales incluyen de maniobra y protección.

Al igual que para cualquier material eléctrico, todos los materiales y equipos utilizados en las Subestaciones deben cumplir con las certificaciones de homologación emitidas por los entes acreditados ante Organismo Nacional de Acreditación de Colombia - ONAC así como el Certificado de Conformidad de producto con el RETIE. Se prestará especial atención a las celdas, seccionadores, transformadores, cables, terminales.

Las instalaciones eléctricas canalizadas cerca de bombas de combustible deberán cumplir las prescripciones de la sección 514 (Gasolineras y Estaciones de Servicio) de la norma NTC 2050.

En los casos de instalaciones de transformadores en postes de concreto, se debe verificar que los bornes de los transformadores en baja tensión queden mirando hacia la vía con el fin de garantizar para el futuro el mantenimiento del mismo.

Las subestaciones con transformadores en aceite instalados en el interior de edificaciones deben cumplir las recomendaciones de la Norma NTC 2050 Artículo 450 respecto a la seguridad contra incendios; además no se deben ubicar en áreas clasificadas como peligrosas, donde puede existir peligro de fuego o explosión

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 39 de 99

debido a líquidos, gases o vapores inflamables, polvo combustible, fibras, cenizas o sustancias volátiles inflamables. Ver norma NTC 2050 artículos 500 a 517.

4.4.2 Tipos normalizados de subestaciones

El RETIE establece la siguiente clasificación de las subestaciones:


- Subestaciones de patio de alta y extra alta tensión (puede incluir, maniobra, transformación o compensación).
- Subestaciones de alta y extra alta tensión tipo interior (encapsulada, generalmente aislada en gas).
- Subestaciones de patio de distribución de media tensión.
- Subestaciones en interiores de distribución en media tensión (de control y operación del operador o de red).
- Subestaciones en interiores de edificaciones. (de propiedad y operación del usuario).
- Subestaciones tipo Pedestal, las cuales solo se deben instalar en zonas de circulación restringidas.
- Subestaciones sumergibles (tanto el transformador como los equipos asociados de maniobra deben ser de este tipo) IP X8.
- Subestaciones semi-sumergibles o a prueba de inundación (el equipo debe estar protegido a una inmersión temporal IP X7 y la bóveda o cámara debe garantizar el drenaje en un tiempo menor al soportado por el equipo).
- Subestaciones de distribución tipo poste.

Las subestaciones, cualquiera que sea su tipo, deben cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico RETIE artículo 29.2.

Entre los principales requisitos para subestaciones está el que toda subestación debe contar con un diseño eléctrico y que además todas las partes metálicas puestas a tierra y que no pertenezcan a los circuitos principales o auxiliares, también deberán ser conectadas al conductor de tierra directamente o a través de la estructura metálica.

Para la red de distribución subterránea de la Compañía se emplearán básicamente tres tipos de subestaciones: subestación capsulada, de pedestal y subterráneas y para en distribución aéreas se encuentran las subestaciones tipo poste y de patio.

Las subestaciones capsuladas se instalan en un local y se componen de celdas con seccionadores de entrada-salida, seccionadores de protección, celdas de protección y transformadores.

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 40 de 99

Las subestaciones capsuladas industriales de 34,5 kV pueden instalarse en local:

- A. Con los elementos de maniobra, medida y protección dentro de celdas, y el transformador interior desprovisto de celda
- B. Con los equipos de maniobra, medida y protección en celdas a la intemperie y el (los) transformador (es) a la intemperie.

Las subestaciones se utilizan en edificios y conjuntos multifamiliares, donde la conformación urbanística no permite la instalación de transformadores en poste, como por ejemplo en urbanizaciones donde el POT lo establezca de estratos 5 y 6, donde las redes deben ser subterráneas. El local de la subestación debe estar dentro del predio.


En subestaciones subterráneas que se instalan bajo el andén o en zonas verdes, sus equipos deben operar ocasionalmente sumergidos en agua, bajo condiciones específicas de tiempo y presión, y debe tener conexiones eléctricas de frente muerto.

De acuerdo con el tipo de acceso a la subestación, las características del local y el aislamiento del transformador, los equipos de maniobra y protección, pueden estar ubicados ya sea en local independiente o en el mismo del transformador.

En subestaciones capsuladas, cuando se instalen transformadores con aislamiento en aceite, se necesita bóveda para el transformador, trampa de aceite, cárcamos para cables, puertas cortafuego, dampers, brocales, pasamuros y barreras y en un local independiente los equipos de maniobra y protección; todo debidamente señalizado de acuerdo al RETIE. El transformador debe estar dotado de válvula de alivio de seguridad.

La bóveda debe cumplir con el Artículo 450 (Transformadores y Bóvedas para transformadores) de la norma NTC 2050, para transformadores y equipos de maniobra aislados en aceite, o cualquier caso donde no se cumpla las condiciones de uso de otros tipos de transformadores que se quieran instalar como el transformador tipo seco. Ver normas TSB 511, TSB 518, TSB 520 y las normas que se refieran la utilización de los seccionadores como TSB 503.

En los casos donde se utilicen transformadores secos o aislados en líquido de alto punto de ignición (silicona o hidrocarburos de alto peso molecular), éstos se instalarán en celdas, con los equipos de maniobras y protección en el mismo local.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 41 de 99

El local para las subestaciones se debe ubicar en un sitio de fácil acceso desde el exterior con el fin de facilitar al personal de la Compañía realizar las labores de mantenimiento, revisión e inspección, así como para la movilización de los diferentes equipos y sobre todo para evitar que un operador quede atrapado en caso de un accidente.

El local del Centro de Transformación no puede ser ubicado en una área clasificada como peligrosa, ver norma NTC 2050 artículos 500 a 517, en los cuales cubren los requisitos de instalación donde puede existir peligro de fuego o explosión debido a líquidos, gases o vapores inflamables, polvo combustible, fibras, cenizas o sustancias volátiles inflamables. Cada área deberá ser considerada individualmente para determinar su clasificación.

En locales ubicados en semisótanos y sótanos de edificios, con el techo debajo de antejardines y paredes que limiten con muros de contención deben ser debidamente impermeabilizadas para evitar humedad y oxidación dentro del local.

Frente a la puerta del local de la subestación, no deben instalarse vehículos o equipos y materiales que impidan el fácil acceso. Tampoco se deben colocar tanques de combustible o materiales inflamables.


Por el local del Centro de Transformación no podrán pasar tuberías extrañas a la instalación eléctrica tales como agua, alcantarillado, gas o cualquier otro tipo de instalación excepto las de los equipos de extinción de incendios.

El local para los equipos de maniobra debe tener el espacio necesario para alojar según el caso:

- Celdas Capsuladas Entrada-Salida y Protección.
- Celda de Protección.
- Seccionadores de Maniobra.
- Celda de MT, tablero general de acometida y seccionador dúplex, opcionalmente pueden estar incluidos el gabinete de medida y el de control.

En la subestación subterránea el equipo de maniobra (caja de maniobra) al igual que el transformador se alojan en una caja de inspección (bóveda) independiente con dimensiones de acuerdo con el tamaño de los equipos.

Los transformadores instalados dentro de las edificaciones necesitan especial atención debido a los peligros por incendios que puedan ocasionar. Se deben tener precauciones con el fin de salvaguardar la vida de las personas y la propiedad privada. Los transformadores aislados en aceite podrán ser ubicados a nivel del piso

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 42 de 99

de acceso o cualquier nivel de sótano, siempre y cuando no queden encima de habitaciones o lugares de trabajo.

Los transformadores tipo seco deben instalarse dentro de celdas de tal forma que se impida la entrada de objetos extraños y deben ser protegidos mediante un cerramiento que no permita la accesibilidad de personas no autorizadas y animales. Como medida de seguridad se debe evitar la posibilidad que puedan introducir cables y varillas por los espacios de ventilación de la celda, que puedan entrar en contacto con las partes energizadas. De acuerdo con las normas NEMA y ANSI no se permite el ingreso de varillas o cuerpos mayores de ½" de diámetro a través de las ventanas de ventilación, por lo que deben de tener grado de protección IP20.


La celda del transformador también debe evitar la entrada de pequeños animales y objetos extraños, cuando se instalen encima de cárcamos o cuando el paso de los cables se haga a través de las paredes de la celda. En las perforaciones para la entrada y la salida de los cables, se utilizarán medios adecuados o tapas removibles enbaquelita de acuerdo con los diámetros de los conductores.

Los transformadores sumergidos en líquidos de alto punto de ignición en subestaciones de piso deben llevar su foso recolector de líquido aislante con un medio de drenaje que facilite la evacuación del mismo, para darle un tratamiento adecuado y así evitar los riesgos de contaminación ambiental.

Los diseños de malla de puesta a tierra para las subestaciones tendrán en cuenta fundamentalmente los conceptos de tensión de paso y tensión de contacto y transferidas, y cubrirá toda el área de la subestación. A ella se conectarán todos los equipos, estructuras metálicas y demás elementos que lo requieran para garantizar la máxima seguridad de las personas y los equipos. Ver las prescripciones que sobre el tema de puesta a tierra trata el RETIE en su Artículo 15. La metodología de cálculo se presenta en el Capítulo III.

Las áreas donde se instalen las subestaciones y equipos asociados deben contar con un sistema de iluminación en nivel adecuado a las tareas que allí se desarrollarán; preferiblemente autónomos y de larga duración. Ver las prescripciones que sobre el tema de Iluminación trata el RETIE en su Artículo 16.

Tanto los equipos, celdas y los locales o áreas ocupadas por ellos deben tener las señalizaciones adecuadas en lo que se refiere a su tamaño, forma y simbología que relacionen las normas de seguridad a seguir y los riesgos potenciales que en ellos existen. Tomar como obligatorio lo establecido por el RETIE en su Artículo 11 (Señalización de Seguridad).

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 43 de 99

El área de las subestaciones tipo intemperie debe ser cerrada con muros o mallas eslabonadas de una altura mínimo de 2,5 m y un espaciamento alrededor de los equipos dados por lo establecido en el Artículo 29 (RETIE), de igual manera, los accesos deben ser lo suficientemente amplios para la manipulación de los equipos tanto por tamaño como por peso.

El área de la subestación será cubierta con una capa de material permeable de alta resistividad como la gravilla, cuyo espesor será dado por el diseño de la malla de puesta a tierra. Ver detalle de cerramientos en el capítulo VII del presente documento

Los locales de subestaciones tipo interior estarán protegidos contra la humedad, la oxidación, poseer ventilación adecuada, estar libres de elementos diferentes a los equipos que la conforman, no pueden tomarse como sitios de depósito o almacenamiento; por ellos no debe cruzar ningún tipo de ducto. La altura libre mínima debe ser 2 m desde el piso, los cárcamos que se utilicen para instalar conductores eléctricos deben ser en concreto afinado tanto el piso como las paredes y con tapa antideslizante.


La comunicación entre las celdas para el paso de los conductores eléctricos puede ser hecha a través de cárcamos o perforaciones en las láminas, en este caso debe garantizarse la seguridad del aislamiento y el adecuado soporte de los conductores para que no se vean sometidos a esfuerzos innecesarios que vayan en contra de su vida útil.

Las celdas de protección y las de entrada salida poseerán un enclavamiento mecánico que garantice que la puerta no puede ser abierta si el seccionador está cerrado y viceversa, por lo cual, además, deberá ser lo suficientemente fuerte y robusto para admitir estas situaciones.

4.4.3 Subestación de Tipo Poste

Consiste en el montaje de transformadores en poste (concreto, metálico, en fibra de vidrio) o en torrecillas, sin ningún tipo de encerramiento siempre y cuando no superen 250 kVA ni 800 kgf de peso, además deberán cumplir con los siguientes requisitos de montaje:

1. Los transformadores menores o iguales a 112,5 kVA y con un peso inferior a 600 kgf, se podrán instalar en un solo poste cuya resistencia de rotura no sea menor a 510 kgf.


 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 44 de 99

2. Transformadores de potencia menor o igual a 150 kVA con pesos menores a 700 Kgf en un solo poste con carga de ruptura no menor a 750 kgf.
3. Transformadores de capacidad superior a 150 kVA y menor o igual a 250 kVA deben montarse en estructuras tipo H.
4. En instalaciones rurales, los transformadores menores o iguales a 25 kVA podrán instalarse en postes de madera, con resistencia de rotura menor a 510 Kgf, siempre y cuando se haga un análisis de esfuerzos y se garantice la estabilidad mecánica de la estructura.
5. Toda subestación tipo poste debe tener por lo menos en el lado primario del transformador protección contra sobrecorrientes y contra sobretensiones (DPS).
6. La capacidad máxima de los fusibles debe ser la establecida por un estudio de coordinación de protecciones y debe garantizar la adecuada protección del transformador y la desenergización del circuito en el evento que se requiera. Esta capacidad de fusibles y tipo de acción de los mismos debe ser aprobada por la Compañía.
7. El DPS debe instalarse en el camino de la corriente de impulso y lo más cerca posible de los bujes del transformador.
8. El transformador deberá tener el punto neutro y la carcasa sólidamente conectados a tierra.
9. Los elementos de fijación del transformador deben soportar por lo menos 2,5 veces el peso de este.
10. Las conexiones en media tensión, deberán tener una forma y rigidez mecánica que no les permita moverse con el viento o vibraciones, de tal forma que las ponga en contacto con partes que no se deben energizar.

4.4.4 Subestación de Pedestal¹²

Las características constructivas de la Subestación tipo pedestal se pueden consultar en las Normas TSB 520, TSB 521, TSB 523 y TSB 524 del Capítulo VIII de la presente norma.

¹² EPSA. Normas para diseño y construcción

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 45 de 99

La subestación de pedestal consiste en dos gabinetes independientes tipo intemperie, uno para el transformador internamente protegido contra cortocircuito y sobrecarga, y el otro para el seccionador de maniobras con terminales de media tensión de frente muerto. Los gabinetes deben estar provistos de puertas con cerraduras, de tal forma que los mandos, accesorios y conexiones eléctricas queden inaccesibles al público.

Los gabinetes de la subestación de pedestal deben ser fabricados en lámina Cold Rolled No. 12 BWG como mínimo. El calibre mínimo del tanque del transformador es 12 BWG, para capacidades hasta 150 KVA y No. 10 BWG para capacidades mayores. Cuando los radiadores del transformador queden a la vista, éstos deben tener refuerzos metálicos que los protejan del vandalismo.

Los terminales de conexión de los cables eléctricos se ubican en la pared frontal del transformador. Los de media tensión en compartimentos al lado izquierdo y los de baja tensión en un gabinete al lado derecho; Cada grupo de conexión deberá en su nicho, con acceso propio y aislado de los demás.


Las subestaciones de pedestal son para instalación intemperie pero se pueden instalar en locales cubiertos con adecuada ventilación. Las subestaciones de pedestal instaladas a la intemperie, se aceptan en conjuntos residenciales cerrados, sobre áreas de servicios comunes, y su ubicación debe permitir acceso del vehículo grúa o montacargas con capacidad de izar y transportar el transformador, hasta el sitio de instalación de la subestación y quede a la vista del servicio de celaduría o usuarios. Consultar los detalles constructivos en el Capítulo VIII. (Normas TSB 520, TSB 520-2).

La subestación de pedestal deberá estar provista de dos tornillos, de diámetro mínimo de media pulgada, para puesta a tierra; uno para el lado primario y otro para el lado secundario. A esta tierra se conectarán sólidamente todas las partes metálicas de la subestación que no transporten corriente y estén descubiertas: el neutro del transformador, la pantalla metálica de los cables de media tensión M.T., los puntos de tierra de los terminales preformados y los pararrayos.

4.4.4.1 Elementos Preformados de la Subestación Pedestal

La subestación pedestal es una subestación tipo intemperie y se deberá instalar sobre una placa de concreto. Frente a ella se debe construir una caja de inspección, cuando la instalación es exterior.

La entrada y salida de la subestación de pedestal debe tener terminales preformados tipo codo de 600A cuando el calibre del conductor sea 336,4 kcmil o

 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 46 de 99

4/0, y codos de 200 A para cable de calibre 2/0 AWG; con el fin de disponer de una capacidad apropiada dentro de la configuración de los circuitos de M.T. en anillo abierto (loop) y poder modificar dicho esquema en cuanto a la ruta normal de alimentación y los puntos de suplencia.

Todos los terminales preformados tipo codo, tanto de 600 A como de 200 A, deben tener punto de prueba para identificar fases y comprobar ausencia de tensión.

En una subestación de pedestal se utilizan los siguientes elementos preformados de Media Tensión:

- A. Terminal tipo T de 600 A.
- B. Terminal tipo codo de 200 A.
- C. Bujes.
- D. Receptáculo de parqueo.

Cuando sea necesaria la instalación de DPS, se deben utilizar además de los anteriores, los siguientes accesorios:


- A. Interfaces reductoras del terminal.
- B. DPS's tipo terminal preformado.

Los terminales preformados deben cumplir con lo especificado en el Numeral 4.3.3.1 de este documento.

4.4.4.2 Transformador de Pedestal. PAD-MOUNTED.

De acuerdo a lo establecido en el reglamento técnico en el artículo 19.5, para el cumplimiento de la primer regla de oro, se debe efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, de tal forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo, por lo tanto, en aquellos aparatos donde el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo, por ello, este tipo de transformador debe ir alimentado desde un seccionador de protección, un seccionador de maniobras, de operación selectiva, al cual se pueden conectar hasta tres transformadores de subestaciones diferentes. Por razones operativas estas derivaciones no deben tener una longitud del cable mayor de 100m.

La protección de Media Tensión del transformador de pedestal, consiste en un fusible de expulsión tipo bayoneta, en serie con el fusible limitador de corriente. La protección en Baja Tensión consta de un interruptor automático seleccionado de

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 47 de 99

acuerdo con la curva de capacidad térmica que pueda soportar el transformador y la corriente de corto circuito.

Para proteger el transformador contra sobretensiones por maniobra, La Compañía podrá exigir de acuerdo con la ubicación, la instalación de DPS (pararrayos) tipo codo o terminal preformado.

La siguiente Tabla describe los fusibles de protección para los transformadores tipo pedestal. (Ver tabla 4.1)

CAPACIDAD KVA	FUSIBLES	
	TIPO BAYONETA	LIMITADOR DE CORRIENTE
45	6 A	40A
75	10 A	40A
112,5	10 A	40A
150	15 A	50A
225	25 A	80A
300	25 A	80A
400	40 A	100A
500	40 A	100A

Tabla4.1Fusibles normalizados transformador tipo pedestal


A. Protección contra Cortocircuito

El transformador de la subestación de pedestal llevará un fusible de expulsión tipo bayoneta accesible desde el exterior en serie con el fusible limitador de corriente.

El fusible limitador de corriente es un fusible de respaldo que sólo actúa en el caso de fallas internas en el devanado del transformador, por lo tanto, su coordinación y tiempo de respuesta debe ser ajustada para operar únicamente en este tipo de fallas.

En baja tensión estos transformadores requieren un interruptor automático como protección contra cortocircuitos.

Las fallas externas de baja tensión deben ser despejadas por el interruptor automático de baja tensión, y como respaldo el fusible tipo bayoneta.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 48 de 99

Cuando actúa el fusible limitador de corriente, se asegura que la falla fue interna del transformador, lo cual permite una mayor seguridad de los operarios, puesto que el transformador no puede ser energizado nuevamente en el sitio de instalación ya que el fusible está ubicado en el interior del tanque, obligando el retiro del transformador para su revisión.

En fallas internas del transformador (cortocircuito entre espiras en el devanado de alta tensión) puede presentarse el caso que actúen ambos fusibles. En este caso al cambiarse el fusible tipo bayoneta, el operario no sufre ningún riesgo puesto que el transformador no queda energizado.

B. Seccionador de Maniobras

El seccionador de maniobras debe ser de accionamiento tripolar bajo carga, que permita la operación de la subestación de distribución y las modificaciones topológicas del circuito de Media Tensión, minimizando los tiempos de interrupción del servicio. Estos equipos deben ser de construcción robusta para uso en intemperie; en el tipo pedestal los mandos y conexiones eléctricas deben quedar inaccesibles al público; en el tipo inundable las conexiones y mandos deben estar protegidos y aislados de la acción del agua y ubicados, en lo posible, en la parte superior del equipo.


El seccionador de maniobra debe ser de operación selectiva, fácil de manejar y con capacidad eléctrica similar a la presentada por los seccionadores tripolares de operación bajo carga.

Los terminales del cable de Media tensión y los bujes de conexión del seccionador, de maniobra, deben ser de tipo preformados de frente muerto. En el exterior del gabinete del seccionador de maniobra deben existir señales preventivas de peligro (Artículo 11 RETIE). La extinción del arco, producido en la interrupción del circuito de media tensión, puede ser hecha en aceite dieléctrico, vacío o en SF₆.

4.4.5 Subestación Capsulada¹³

Los detalles constructivos de esta subestación se pueden consultar en la Norma TSB 508 del Capítulo VIII.

¹³EPSA. Normas para diseño y construcción

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 49 de 99

Por el cuarto de la subestación no podrán pasar tuberías de agua, aguas negras, gas o cualquier otro tipo de instalación a excepción de tubería del sistema de extinción de incendios.

El cuarto de la subestación se debe ubicar en un sitio de fácil acceso para personal de inspección y mantenimiento de La Compañía, así como para la movilización de los diferentes equipos.

Las subestaciones con transformadores en aceite sólo podrán instalarse en sótanos, semisótanos o primer piso, siempre y cuando no existan habitaciones o lugares de trabajo debajo. Cuando se necesite montar una subestación en pisos superiores, el transformador será tipo seco.

4.4.5.1 Disposición de las Celdas

Cuando el tablero general de acometidas de baja tensión se instala dentro del local de la subestación, se requiere ampliar el correspondiente local según el tamaño del tablero.

Con el objeto de facilitar el montaje de las celdas, dentro del local de la subestación, se debe dejar una tolerancia mínima de 5 cm entre el mueble metálico y los muros del local.


Para transformadores secos o aislados en líquidos de alto punto de ignición (>300°C) las celdas de entrada, salida, protección y eventualmente la celda de medida pueden estar ubicados en el mismo local. La subestación debe ser instalada en un área clasificada como no peligrosa (Norma NTC 2050 artículos 500 al 500-4 y 511).

Las subestaciones con transformador en aceite utilizarán un local reforzado (bóveda) para el transformador y podrá construirse otro local para las celdas de entrada, salida y protección el cual puede emplear muros o malla eslabonada, siempre y cuando los equipos de maniobras no sean aislados en aceite.

4.4.6 Subestación Subterránea¹⁴

4.4.6.1 Generalidades

¹⁴ EPSA. Normas para diseño y construcción

 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 50 de 99

La subestación subterránea se compone básicamente de un seccionador de maniobras tipo inundable y un transformador(es) sumergibles o parcialmente sumergibles.

El seccionador de maniobras podrá ser de tres, cuatro o cinco vías para entrada, salida y derivaciones a transformadores. La operación selectiva del seccionador debe ser tripolar por medio de pértigas, que actúan sobre los accionamientos. La conexión a los terminales de MT es de frente muerto mediante terminales pre-moldeados tipo codo.

Las tapas de la caja que contiene el seccionador de maniobras deben ser metálicas en lámina corrugada.

El transformador de la subestación subterránea es de tipo sumergible u ocasionalmente sumergible, con todos los bujes de conexión por la tapa superior.

La subestación subterránea se instala en cajas de inspección separadas, una para el transformador y otra para el seccionador de maniobras comunicadas por un banco de ductos en cárcamo.

La protección de MT del transformador debe ser interna. Los bornes de MT deben ser tipo codo y herméticos a la humedad. Los bornes de BT deben ser aislados.


4.4.6.2 Transformadores parcialmente sumergibles

Los transformadores ocasionalmente sumergibles se instalan en cajas de inspección bajo la superficie del terreno, y estarán expuestos a inundaciones, por lo que deben estar capacitados para soportar hasta tres horas sumergidos en agua, incluyendo las conexiones de los cables, fusibles internos y todos los accesorios externos.

La manija de operación del cambiador de derivaciones, tuercas, roldanas y la tornillería deben ser de material inoxidable.

El mecanismo de operación del cambiador de derivaciones debe ser de operación exterior y estar localizado en la parte superior del transformador.

En lo posible, la tapa del tanque debe ser soldada, salvo que se indique otra cosa, en cuyo caso se deben usar empaques. La tapa del tanque debe contar con una inclinación de 1 a 2 grados para evitar la acumulación de agua.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 51 de 99

Los bujes de conexión en alta y baja tensión y los fusibles internos deben ser accesibles por la parte superior del transformador, con el fin de operarlos o retirarlos desde la superficie, sin necesidad de entrar en la bóveda.

Los radiadores deben ser colocados en la parte posterior, aledaño a la válvula de drenaje y muestreo. No se deben ubicar los radiadores en los lados donde estén instalados los ganchos para levantar la unidad completa.

Todos los tornillos de apriete de las bridas de los bujes de alta y baja tensión deben presentar una perpendicularidad con respecto a la pared del tanque, además, deben contar con una contratuerca o cualquier medio que impida que se aflojen.

El tanque del transformador debe ser de acero inoxidable con recubrimiento anticorrosivo.

El tanque del transformador debe tener una base adecuada para evitar que el fondo del mismo esté en contacto con el piso de la bóveda, ésta deberá tener un espesor no menor de 4 cm.


4.4.7 Instalación de transformadores aislados en líquidos biodegradables de alto punto de ignición

La sección 450-23 del Código Eléctrico Nacional hace referencia a la instalación de los transformadores con aislamiento en líquidos de alto punto de ignición.

Si bien los transformadores aislados en aceite para uso en instalación interior requieren de una bóveda, los transformadores aislados con líquidos de alto punto de ignición ofrecen la alternativa de instalación sin necesidad de dicha bóveda.

Los transformadores con aislamiento y sumergidos en líquidos de alto punto de ignición son menos inflamables que el aceite mineral usado en aislamiento de transformadores pero no son resistentes al fuego, razón por la cual el Código Eléctrico Nacional establece unos requisitos generales para minimizar los riesgos debidos al fuego:

- A. Los transformadores aislados y sumergidos en líquidos de alto punto de ignición deben ser reglamentados, registrados, identificados y certificados, esto es, probados y certificados por un laboratorio de prueba u organización y publicados en un listado como recomendables para la aplicación. Se define como líquido de alto punto de ignición para aislamiento de transformadores, aquellos que tengan un punto de inflamación no menor a 300°C.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 52 de 99

- B. Los transformadores aislados y sumergidos en líquidos de alto punto de ignición podrán ser usados sin bóveda sólo dentro de edificios no combustibles, en áreas que no contengan material combustible, o si se dispone de un sistema de extinción automática del fuego y de un área de confinamiento del líquido del transformador.
- C. La instalación debe satisfacer todas las condiciones de uso descritas en el registro del líquido.


La Norma NFPA 220 (Types of Building Construction) define cinco (5) tipos básicos de construcción designados como:

- Tipo I Resistente al fuego.
- Tipo II Incombustible.
- Tipo III Combustible y protegida exteriormente.
- Tipo IV De madera gruesa.
- Tipo V De armazón de madera.

Aquellas instalaciones interiores de transformadores aislado y sumergidos en líquidos de alto punto de ignición, que no satisfagan las restricciones del registro o tabla de líquidos o estén instaladas en edificaciones que no sean del Tipo I o del Tipo II, o en áreas donde se almacene materiales combustibles, deberán estar provistos de un sistema automático de extinción de fuego y un área para confinar líquidos, o en su defecto, deberán ser instalados en una bóveda que cumpla con los requisitos del Artículo 450-C del Código Eléctrico Nacional.

En las construcciones Tipo I sólo se permite el uso de materiales no combustibles para los elementos de la estructura (todos los elementos esenciales para la estabilidad del edificio). No obstante, por razones prácticas, se permite el uso de materiales combustibles en edificios Tipo I y Tipo II, siempre que no formen parte de la estructura. Los elementos del suelo o techo que no están unidos a la estructura se consideran parte de los mismos y no forman parte de la estructura. La construcción Tipo III es una construcción en la cual todos o parte de los elementos estructurales pueden estar fabricados de materiales combustibles u otros cualesquiera que estén permitidos por el código de edificación aplicable. Las paredes exteriores deberán estar fabricadas con materiales incombustibles o limitadamente combustibles, que sean aceptados por el código y que cumplan con un grado de resistencia al fuego especificado.

La Tabla 3 de la Norma NFPA (Fire Resistance Requirements for Type I through Type V Construction), recoge los requisitos de resistencia al fuego de la estructura, muros portantes interiores, construcción del suelo y techo de los cinco tipos básicos

 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 53 de 99

de construcción. Dos tipos de construcción se identifican como combustibles y tres como no combustibles.

Se define como material no combustible uno que, en la forma en que se emplea, y bajo las condiciones previstas, no se inflame, arda, mantenga combustión o libere vapores inflamables, cuando esté sujeto a fuego o calor. Materiales que han pasado las pruebas de la Norma ASTM E136 (Standard Test Method for Behavior of Materials in a Vertical Tube Furnace at 750°C), se consideran como materiales no combustibles.

Los transformadores aislados en líquidos de alto punto de ignición tienen punto de combustión mayor de 300°C. Se encuentran en el mercado dos tipos de productos: los hidrocarburos de alto peso molecular y los derivados de la silicona. Entre los primeros se encuentra el R-TEMP, Alfa 1 y beta y entre los segundos la Silicona 561 DOW CORNING y otras siliconas aplicables a transformadores.

En el Artículo 450-23 de la NTC 2050 y en la edición del NEC de 1996, se encuentran los requisitos de aplicación de los transformadores aislados en líquidos de alto punto de ignición.


Los líquidos de alto punto de ignición deben ser compatibles con los materiales con los cuales está construido el transformador, además deben ser no volátiles, térmicamente estables, químicamente inertes y no deben ser tóxicos en su combustión.

La silicona líquida es aislante y refrigerante dieléctrico a base de silicona polidimetílicas. La silicona desarrolla un calor de combustión reducido, aproximadamente la mitad de la de los aceites minerales, además, durante la combustión forma una capa de sílica sobre la superficie del líquido que limita el acceso de oxígeno ambiental y tiene un efecto extintor.

En incendio, la silicona produce poco calor, poco humo y los residuos de la combustión son de baja toxicidad, mientras que los hidrocarburos producen mucho calor y humo negro y tóxico.

El R-TEMP es un hidrocarburo dieléctrico resistente al fuego, combustible, no tóxico y biodegradable además de compatible con las normas de materiales aislantes.

El fluido Alfa 1, es un dieléctrico resistente al fuego, fabricado de hidrocarburos sintéticos.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 54 de 99

El fluido Beta, es un dieléctrico resistente al fuego, que tiene como base petróleos refinados. Es compatible y miscible con el aceite mineral y con los materiales utilizados en la fabricación de transformadores.

A modo de referencia se presentan los siguientes valores característicos de los líquidos dieléctricos utilizados en transformadores. (Ver tabla 4.2)

CARACTERÍSTICAS	ACEITE MINERAL	R-TEMP	SILICONA 561 DOW CORNING	ALFA 1	BETA
Nombre químico	Hidrocarburo parafinado (Nafténico)	Hidrocarburo parafinado refinado	Polidimetilsiloxano	Poli alpha Olefin Hidrocarburos y aditivos	
Punto de combustión ASTM D92 °C	160	311	371	306	306
Biodegradable	Parcialmente	SÍ	No	SÍ	SÍ
Rigidez dieléctrica D18816 (0.008") (kV)	56	56	60	56	60
Toxicidad	Baja	No		No	No
Aplicación a transformadores Artículo de la NTC 2050	450-26 450-27	450-23	450-23	450-23	450-23


Tabla4.2 Valores Característicos de los líquidos dieléctricos usados en transformadores

4.4.8 Instalación de transformador tipo seco en celda

Los transformadores tipo seco deben instalarse dentro de las celdas de tal forma que se impida la entrada de objetos extraños y deben ser protegidos mediante un cerramiento que no permita la accesibilidad de personas no autorizadas y animales.

Como medida de seguridad se debe evitar la posibilidad de introducir cables y varillas por los espacios de ventilación de la celda, que puedan entrar en contacto con las partes energizadas. De acuerdo con las Normas NEMA y ANSI no se permite el ingreso de varillas o cuerpos mayores de 1/2" de diámetro, a través de las ventanas de ventilación, por lo que deben tener grado de protección IP20.

La celda del transformador tipo seco también debe evitar la entrada de pequeños animales y objetos extraños, cuando se instalen encima de cárcamos o cuando el paso de los cables se haga a través de las paredes de la celda. En las perforaciones para la entrada y salida de los cables, se utilizarán medios adecuados o tapas removibles en baquelita de acuerdo con los diámetros de los conductores.

 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 55 de 99

Se recomienda la entrada de los cables de media tensión en forma lateral y la salida de los cables de baja tensión por la parte inferior. Para distancias eléctricas mínimas de terminales y cables, se debe consultar el Artículo 11 de la NTC 2050.

La celda del transformador tipo seco debe estar aislada de cualquier acceso directo al mismo por lo cual dentro de ella y al abrir la puerta de la misma se debe tener un acrílico aislante transparente, que no permita su intervención pero si su inspección visual desde afuera.

No es conveniente instalar transformadores secos tipo H en áreas contaminadas con polvo, excesiva humedad y químicos, que se depositen sobre los aislamientos y que puedan ocasionar falla del transformador, en tales casos se deben utilizar transformadores con bobinas encapsuladas en resina clase F. Igualmente, se instalarán de éste tipo en los Sótanos.

En la ventilación se debe considerar el ingreso de aire limpio y seco, libre de vapores químicos, polvos y humos, por lo que se deben utilizar filtros para zonas contaminadas.

Las ventanas de ventilación dependen de la altura del cuarto y la capacidad del transformador determinándose de acuerdo con el Artículo 450-45 de la Norma NTC 2050.


Los transformadores secos se deben separar por lo menos de 30 cm a 45 cm de las paredes u otros obstáculos para permitir la circulación de aire alrededor y a través del equipo.

Cuando los transformadores secos se instalan en pisos altos de edificios, se debe tener en cuenta las condiciones para su ingreso y retiro considerando el peso que soportan los ascensores o la instalación de anclajes para izar el equipo.

Antes de entrar en servicio o después de permanecer desenergizado durante algún tiempo, el transformador seco debe someterse a proceso de secado y limpieza por acumulación de polvo en las bobinas y aisladores.

4.4.8.1 Características de la celda del transformador seco

- A. La celda debe descansar sobre un soporte en ángulos que permita la entrada de ventilación por debajo, con celosía o malla que deje pasar el aire e impida la entrada de animales o cuerpos extraños y sólo con el espacio necesario para la entrada y salida de cables.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 56 de 99

- B. Las cubiertas laterales, posteriores y frontales tendrán las dimensiones necesarias en celosías o malla para adecuada ventilación la del frente puede ser acrílico transparente para permitir inspección y no permitir acceso directo.
- C. En algunos casos podrán tener domos para la salida de aire caliente o podrá instalarse su propio sistema de ventilación forzada.
- D. La celda tendrá un espacio suficiente de tal forma que permita: alojar el transformador, adecuada ventilación, distancias eléctricas a partes energizadas y radio de curvatura de conductores.
- E. Las celdas deben ser Pernadas al suelo y con medios para amortiguar las vibraciones y ruidos.

4.4.9 Indicadores de falla

El indicador de falla es un dispositivo utilizado con el fin de agilizar la localización de las fallas, el cual da indicación cuando la corriente de línea supera un valor predeterminado.


El indicador de falla consiste en un transductor sensible a la corriente que pasa a través de la línea y de un elemento indicador. Tales elementos pueden conformar un solo bloque o el elemento indicador ubicarse en una posición remota.

El indicador de falla detecta dos estados de funcionamiento de la red: funcionamiento en condiciones normales, para los cuales se prevé un rango de corriente esperada y funcionamiento en condiciones de falla, valor especificado para la corriente de falla.

El indicador mostrará la letra "N" o color blanco sobre la carátula en condiciones normales y la letra "F" o color rojo en condiciones de falla.

El detector de falla debe tener las siguientes características:

- A. Capacidad para detectar las fallas transitorias más rápidas y responder a las condiciones de fallas, antes que los fusibles de más alta velocidad utilizados.
- B. Proporcionar una lectura totalmente definida y ser legible a distancia.
- C. Detectar las sobrecorrientes con precisión y restablecerse inmediatamente cuando la corriente de línea vuelva al valor de la corriente normal.

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 57 de 99

- D. El mecanismo indicador debe ser capaz de proporcionar un registro de falla después de que la línea haya sido desenergizado.
- E. Resistentes a la corrosión para que puedan operar adecuadamente en ambientes con alta concentración de humedad.
- F. Facilidad de instalación en líneas no energizadas.
- G. Vida útil confiable.

Los indicadores de falla se utilizarán en el sistema de distribución de la Compañía, instalándose en forma permanente en el cable de entrada o salida de la subestación. El sitio de la falla se encontrará entre indicadores consecutivos, uno con indicación de falla y otro con indicación normal.

4.4.10 Sistemas de puesta a tierra (SPT)¹⁵

El sistema de puesta a tierra tiene por finalidad proteger la vida de las personas, evitar daños en los equipos por las sobretensiones, mejorar la efectividad de las protecciones eléctricas al proporcionar una adecuada conducción de la corriente de falla a tierra.


El criterio fundamental que se debe tener en cuenta para garantizar la seguridad de los seres humanos debe ser la máxima energía eléctrica que pueden soportar, debida a las tensiones de paso, de contacto o transferidas y no el valor de la resistencia de puesta a tierra¹⁶.

Hechas las consideraciones anteriores, los valores límites para tensiones de paso, contacto y transferidas deben ser mantenidos independiente del valor del número de electrodos y elementos que haya necesidad de utilizar para lograr este propósito.

En las redes de distribución, el sistema de tierra se compone de las puestas a tierra instaladas en los descargadores de sobretensión, transformadores, condensadores, reguladores, equipos de maniobra, neutros y elementos metálicos, cuyos electrodos de puestas a tierra están generalmente constituidos por varillas enterradas, además del conductor de tierra, el cual recorre toda la instalación interior y está aislado en color verde o verde-amarillo.

¹⁵ Numeral 9.4 Normas Diseño y Construcción CHEC. 2004.

¹⁶ Artículo 15° RETIE


 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 58 de 99

En las redes de distribución de media tensión (M.T), está sólidamente puesto a tierra en las subestaciones y en baja tensión (B.T) está efectivamente puesto a tierra a lo largo de su recorrido mediante barrajes equipotenciales.

Las mallas de tierra y el sistema general de puesta a tierra serán diseñadas de acuerdo con la mejor práctica en estos sistemas, y lo señalado en RETIE. Se observará minuciosamente que haya una coordinación efectiva entre ellos, el aislamiento y las distintas protecciones.

Las mallas de tierra para subestaciones deben cumplir las siguientes condiciones:

- A. Deberán cumplirse los valores máximos de resistencia de puesta a tierra señalados en RETIE: subestaciones de media tensión 10 Ω , protección contra rayos 10 Ω y neutro de acometida en baja tensión 25 Ω .
- B. Cuando por alguna razón no puedan obtenerse los valores anteriores, se debe garantizar que las tensiones de paso, de contacto y las transferidas en caso de falla a tierra no superen las máximas permitidas.
- C. La máxima tensión de paso admisible como función del tiempo de despeje de la falla será el que aparece en el artículo 15, Tabla 22 de RETIE.
- D. Así mismo debe instalarse pisos o pavimentos de gran aislamiento, establecer conexiones equipotenciales en las zonas críticas, aislar el conductor de puesta a tierra en su entrada al terreno, aislar todos los dispositivos que puedan ser sujetados por una persona, disponer de señalización en las zonas críticas y dotar al personal de instrucciones sobre el tipo de riesgo y de elementos de protección adecuados.
- E. La variación de la resistencia, debido a cambios ambientales, debe ser tal que la corriente de falla a tierra, en cualquier momento, sea capaz de producir el disparo de las protecciones requerido. Normalmente se toma el valor de la corriente de falla monofásica.
- F. El tiempo máximo de duración de la falla en segundos se toma de los tiempos de operación de las curvas características de los fusibles.
- G. No deben existir calentamientos excesivos al pasar la corriente de falla durante el tiempo de falla.
- H. Debe conducir las corrientes de falla, sin provocar gradientes de potencial peligrosos entre puntos vecinos.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 59 de 99


- I. Debe ser resistente a la corrosión.
- J. No se permite el empleo de conexiones pernadas. En las mallas a tierra se utilizará exclusivamente soldadura exotérmica o equivalente.
- K. Para subestaciones tipo poste la bajante se hará en cable de cobre desnudo 2 AWG.o sistemas alternativos en cinta de acero y varilla de acero inoxidable

De acuerdo con las exigencias del diseño se emplearán como electrodos de tierra una o más varillas de acero galvanizadas en caliente o con recubrimiento total en cobre de 2.40 m con diámetro mínimo de (5/8") 1,59 cm conectadas entre sí por medio de conductor de cobre desnudo de calibre 2/0 AWG.

Se conectarán a la malla a tierra, el neutro del transformador y todas las partes metálicas accesibles que no conduzcan corrientes en condiciones normales de operación mediante cable de cobre desnudo de calibre mínimo 2 AWG.

Para la instalación de las puestas a tierra de los circuitos de distribución de M.T, B.T. y equipos conectados del sistema, se deben tener en cuenta los siguientes casos:

- A. En los descargadores de sobretensión, los puntos de tierra de cada uno de ellos se deben conectar entre sí mediante cable de cobre desnudo N° 2 AWG y se lleva a tierra, (evitando dobleces agudos en el alambre), hasta la varilla previamente enterrada, utilizando para la unión a la varilla soldadura exotérmica.
- B. En los bancos de condensadores, la puesta a tierra, se debe hacer mediante cable de cobre N° 2/0 AWG, conectado a una o varias varillas de (5/8") 1,59 cmx 2.40 m interconectadas, previamente enterradas, hasta alcanzar el valor de 5 ohmios.
- C. En las transiciones de los cables subterráneos de media tensión, los alambres de la pantalla metálica del blindaje del conductor en los terminales debe conectarse a tierra.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 60 de 99

4.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERNAS. BAJA TENSIÓN

4.5.1 Generalidades

El requisito básico para comenzar con la construcción de una instalación eléctrica, es tener el estudio de conexión (proyecto eléctrico) aprobado por la Compañía y estar vigente.

En el Artículo 37 del RETIE se establecen los requisitos que deberán cumplir las instalaciones eléctricas de uso final de la electricidad para la salvaguarda de la vida humana, la animal y la preservación del medio ambiente con el fin de prevenir, minimizar o eliminar los riesgos de origen eléctrico.

Las redes e instalaciones eléctricas que han de ser servidas por la Compañía, deberán construirse por personal calificado e idóneo, con matrícula profesional de ingeniero eléctrico, electricista o electromecánico, o tecnólogo o técnico electricista, acreditado por entidad competente¹⁷.

La Compañía verificará, hasta donde la reglamentación lo permita, que los diseños y la construcción de las instalaciones cumplan con los requisitos técnicos aplicables, definidos en RETIE y la Norma ICONTEC NTC 2050, con miras a garantizar que no representen un peligro potencial para las personas y que no desmejoren las condiciones de prestación del servicio en las instalaciones de distribución de la Compañía.

Así mismo, la Compañía se asegurará que las instalaciones en proceso de conexión presenten el Certificado de Conformidad de la instalación con RETIE y podrá exigir los certificados de conformidad de producto cobijados por dicho reglamento.


4.5.2 Instalaciones eléctricas básicas

Las instalaciones que se refieren a los cuatro (4) primeros capítulos de la NTC 2050 primera actualización¹⁸, que incluyen los equipos instalados en ellas y aplica en general a los sistemas eléctricos que van desde la acometida de servicio a los consumidores hacia el interior de la edificación.

4.5.2.1 Conductores

¹⁷ La Compañía exigirá la presentación de la respectiva Matrícula Profesional.

¹⁸ 25 de Noviembre de 1998

 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 61 de 99

Los conductores para instalaciones eléctricas deberán cumplir con lo prescrito en el RETIE Artículo 17º, "Requisitos de Productos", numeral 1 (Alambres y Cables).

En relación a los conductores eléctricos el RETIE toma como requisitos esenciales (y en consecuencia garantía de seguridad) el rotulado, la resistencia eléctrica en corriente continua, el área mínima, la denominación formal del conductor, la carga mínima de rotura para líneas aéreas y el espesor y resistencia mínima de aislamiento. Ver características de los conductores normalizados en el anexo A.3.1 el capítulo III y en el capítulo XI del presente documento.

Los conductores aislados usados en una instalación eléctrica deben diferenciarse entre sí, según la función que realicen, por medio del color de su aislamiento el cual será uniforme en toda su longitud, o mediante una identificación, consistente, tanto en sus extremos como en los sitios donde sea visible.

La identificación de los conductores se hará con base en el Código de colores establecido por RETIE en el Artículo 11 (Señalización de seguridad), Numeral 4. como medida de prevención de la errónea interpretación de los niveles de tensión, y manera de unificar criterios para el cableado de las instalaciones eléctricas.

Se tomará como válida para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o en su defecto, su marcación debe hacerse en las partes visibles con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito es también aplicable a conductores desnudos, como los barrajes.


En la Tabla No. A.3.8.1 del Anexo al Capítulo III, se presenta el código de colores adoptado por RETIE (Artículo 11, numeral 4):

El código de colores citado no aplica para los conductores utilizados en instalaciones externas, tales como las redes, líneas y subestaciones a la intemperie.

Los conductores que van en ductos deberán ser alisados y/o desentorchados para evitar curvaturas que dificulten el cableado y deterioren el material.

4.5.2.2 Conectores

Los conectores bimetálicos se instalarán de manera que se realice un buen contacto eléctrico entre los conductores. Serán apretados suficientemente para evitar recalentamientos.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 62 de 99

Todo tipo de conector debe manipularse con las herramientas apropiadas, esto garantiza su buen funcionamiento y la conservación de los conductores y demás elementos.

Para redes secundarias subterráneas, se deberán usar terminales premoldeados de cobre ajustados a los calibres respectivos.


4.5.2.3 Capacete

El capacete ubicado en la entrada del tubo de la acometida deberá ser fijado sólidamente, y colocado en sentido vertical u horizontal, únicamente.

Los afloramientos para las acometidas subterráneas en poste, deben utilizar capacete. No se aceptarán tubos sin capacete o que no hayan sido taponados con materiales impermeables de uso generalizado.

4.5.2.4 Tuberías de Acometidas

- A. Según RETIE (Artículo 17º, Numeral 11) la tubería, canaletas y canalizaciones para instalaciones eléctricas deberán cumplir los requisitos establecidos el Capítulo III de la NTC 2050 Primera actualización.
- B. Se debe instalarse tubería metálica pesada en lugares expuestos a daños físicos severos que la fracturen o a la luz solar directa, si esta no está certificada para ser utilizada en tales condiciones y tipo de aplicación.
- C. La tubería de la acometida podrá estar empotrada en la pared o sobrepuesta, sólidamente fijada sobre la misma y no debe presentar derivaciones hasta llegar a la caja del medidor.
- D. La tubería de las acometidas subterráneas será en PVC o metálica galvanizada.
- E. Acometidas aéreas en cable concéntrico pueden utilizar conduits para alojarla. Será igualmente aceptado por la Compañía que el cable vaya "a la vista" sobre la fachada.
- F. No deben existir derivaciones de la acometida antes de llegar a la caja del medidor o tablero de los mismos.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 63 de 99

G. La tubería de la acometida en baja tensión deberá estar unida eléctricamente, y en forma continua desde el capavete de entrada hasta el tablero de medidores.

4.5.2.5 Instalación de Medidores

Los medidores de energía se instalarán en la fachada de cada vivienda o en el gabinete de distribución de un bloque de apartamentos. Deberán ser instalados dentro de las cajas o gabinetes normalizados por la Compañía. Para la instalación de medidores se deberá tomar como referencia lo prescrito en las normas ICONTEC NTC 2958 (Cajas para instalación de medidores de energía eléctrica) y NTC 3444 (Armarios para instalación de medidores de energía eléctrica).

Su especificación estará en concordancia con lo prescrito en los Numerales 4.6.6 y 4.6.7 del este capítulo. Su alambrada se realizará cumpliendo con el código de colores para conductores, citado en la Tabla A.3.8.1 del capítulo III de la presente norma. Se deberá tener un punto de conexión accesible e inspeccionable al electrodo de puesta a tierra (Norma AE 281).


Los medidores serán instalados en forma vertical. Su desviación máxima respecto del eje vertical no debe ser mayor de 3 grados.

La conexión y energización se **realizará solamente** por personal autorizado por la Compañía.

4.5.2.6 Tableros Eléctricos


Los tableros eléctricos de baja tensión principales y de distribución deberán cumplir las normas NTC 3475, NTC 3278, NTC-IEC 60439-3 y NTC 2050. La Compañía solicitará el Certificado de Conformidad de producto (RETIE, Artículo 17º, Numeral 9).

- A. Las pinturas a emplearse en los tableros no deben contener TGIC (triglicidilisocianurato) dentro de sus compuestos químicos.
- B. El tablero de distribución (gabinete o panel de empotrar o sobreponer, accesible sólo desde el frente) debe construirse en lámina de acero de espesor mínimo 0,9 mm para tableros hasta de 12 circuitos y en lámina de acero de espesor mínimo 1,2 mm para tableros desde 13 hasta 42 circuitos.
- C. Un tablero general de acometidas autosoportado (tipo armario), tanto el cofre como su tapa, debe ser construido en lámina de acero, cuyo espesor y

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 64 de 99

acabado deben resistir los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos, así como los efectos de la humedad y la corrosión. Máximo 6 equipos de conexión.

- D. Para los tableros de distribución se admite la construcción de encerramientos plásticos o una combinación metal-plástico, siempre que sean auto extingüibles (soportar 650°C durante 30 segundos), resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tengan un grado de protección contra sólidos, líquidos y contacto directo, mínimo IP 2XC.
- E. La capacidad de corriente de los barrajes de fase no debe ser menor que la de los conductores del alimentador del tablero, debidamente proyectada. Todos los barrajes, incluido el del neutro, se deben montar sobre aisladores.
- F. La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, debe ser A, B, C, tomada desde el frente hasta la parte posterior; de la parte superior a la inferior, o de izquierda a derecha, vista desde el frente del tablero.
- G. Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.
- H. Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos deben estar en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema.
- I. Las partes fabricadas con materiales aislantes serán resistentes al calor, al fuego y a la aparición de caminos de fuga. La puerta o barrera que cubre los interruptores automáticos debe permitir su desmonte.
- J. Cada circuito de derivación debe disponer de un terminal de salida, para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.
- K. El fabricante debe indicar las características físicas, eléctricas y mecánicas correspondientes del tablero de acuerdo con el uso recomendado.
- L. Debe indicarse la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.
- M. Debe proveerse un barraje aislado para los conductores del neutro del circuito alimentador y los circuitos derivados, de acuerdo a la corriente nominales.

	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 65 de 99


- N. La capacidad de interrupción del totalizador del tablero, debe ser al menos del mismo valor que la capacidad de los interruptores que protegen los circuitos derivados.
- O. No se permite la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simular barrajes en aplicaciones tanto de fuerza como de control. Sin embargo, para el caso de circuitos de control estas conexiones equipotenciales se podrán lograr mediante borneras
- P. El tablero debe conectarse a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador. Dicho barraje deberá tener suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.
- Q. Deberá tener un rótulo donde aparezca la información técnica y de fabricante
- R. Indicar la posición que debe tener las palancas de accionamiento de los interruptores al cerrar o abrir el circuito.
- S. El barraje de baja tensión se debe instalar en sentido horizontal o vertical, únicamente, y debe ser accesible a su parte anterior y posterior.

4.5.2.7 Protecciones

Según el RETIE¹⁹ los sistemas de protección de las instalaciones para baja tensión, impedirán los efectos de las sobrecorrientes y sobretensiones y resguardarán a sus usuarios de los contactos directos y anularán los efectos de los indirectos. Los sistemas de prevención y protección contra contactos directos e indirectos que deben implementarse son:

- A. Alejamiento de las partes bajo tensión.
- B. Colocación de obstáculos que impidan el acceso a las zonas energizadas.
- C. Equipos de protección contra corrientes de fuga.
- D. Empleo de Muy Baja Tensión. (≤ 50 V en locales secos, ≤ 24 V en locales húmedos).
- E. Dispositivos de corte automático de la alimentación.
- F. Empleo de circuitos aislados galvánicamente, con transformadores de seguridad.
- G. Conexiones equipotenciales.
- H. Sistemas de puesta a tierra.

¹⁹ Artículo 40º

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 66 de 99


- J. Regímenes de conexión a tierra, que protejan a las personas frente a las corrientes de fuga.
- K. Utilizar, complementariamente a lo anterior, como protección un interruptor diferencial de fuga con curva de sensibilidad que supere la exigida por el Capítulo I del RETIE.

Se acepta la protección contra contactos directos empleando al menos dos de los anteriores sistemas de protección.

Quando se instalen Dispositivos de Protección contra Sobretensiones (DPS) estos deben cumplir con lo prescrito en el Numeral 6 del Artículo 17 del RETIE. Es decir, deberán cumplir con las especificaciones aplicables de las normas IEC 61643-12, IEC 60664, IEC 60071, IEC 60099, IEC 60364-4-443, IEC 60364-5-534, IEC 61000-5-6, IEC 61312, IEEE 141, IEEE 142 y NTC 4552.

Quando se instalen Interruptores automáticos estos deben cumplir con lo establecido en el Numeral 7.2 del Artículo 17 del RETIE. Implica que deberán cumplir con las especificaciones aplicables de las normas NTC 2116, NTC-IEC 947-2 y UL 489.

- A. Un interruptor automático debe fijarse en una posición tal que al conectarse el circuito alimentador llegue al terminal de línea y la salida se conecte a los terminales de carga.
- B. Un interruptor automático debe tener unas especificaciones de corriente y tensión no menor a los valores nominales de los circuitos que controla.
- C. La distancia entre contactos debe ser mayor a 3 mm cuando está abierto el interruptor y debe tener alguna señalización que permita conocer el estado real de los contactos.
- D. El interruptor general de una instalación debe tener tanto protección térmica con un elemento bimetálico o dispositivo electrónico equivalente para la verificación del nivel de corriente, como protección magnética mediante la apertura de un contacto al superar un límite de corriente.
- E. El fabricante debe prever las curvas de disparo del interruptor para la selección del dispositivo y para la coordinación de protecciones con otros equipos automáticos de respaldo, ubicados estos siempre aguas arriba en la instalación.


	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 67 de 99

- F. Los dispositivos de interrupción de corriente por fuga a tierra para protección de las personas contra contacto directo, deberán tener una corriente nominal diferencial menor o igual a 30 mA y su tiempo de operación deberá estar en concordancia lo establecido en RETIE²⁰.
- G. Los interruptores diferenciales contra riesgo de incendio, deberán tener una corriente nominal diferencial menor o igual a 300 mA, estos podrán ser de actuación instantánea o retardada.
- H. Los dispositivos de interrupción de corriente por fuga a tierra para protección de las personas contra electrocución y contra incendio, pueden ir incorporados en los interruptores automáticos o ubicados al lado del mismo formando un conjunto dentro del panel o tablero que los contiene.
- I. Debe instalarse protección contra falla a tierra de equipos, en acometidas eléctricas en estrella puestas a tierra sólidamente, con una tensión a tierra superior a 150 V, pero que no supere los 600 V entre fase. Para cada dispositivo de desconexión de la acometida de 1000 A nominales o más.
- J. Cada circuito ramal de un panel de distribución debe estar provisto de protección contra sobrecorriente.
- K. No se debe conectar permanentemente en el neutro de cualquier circuito, un dispositivo contra sobrecorriente, a menos que la apertura del dispositivo abra simultáneamente todos los conductores de ese circuito.
- L. Las bombas contra incendio deben llevar protección contra cortocircuitos, pero no contra sobrecarga.
- M. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar fácilmente accesibles.

Cuando se requiera interruptor general de entrada, se instalará entre la acometida y el barraje en posición vertical; de tal forma que siempre sea posible accionarlo **desde fuera del tablero, sin necesidad de romper ninguno de los sellos del mismo**. Los bornes del interruptor general no deben ser accesibles a los usuarios.

Las protecciones termomagnéticas de cada circuito se deberán instalar en caja metálica, firmemente empotrada a la pared, en sentido vertical u horizontal;

²⁰ Artículo 5º. Análisis de riesgos eléctricos. Figura 1.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 68 de 99

siempre debe quedar claramente indicada la posición de encendido y apagado y el nombre del circuito que interrumpe cada protección.


Los contactos de las protecciones termomagnéticas deberán estar limpios de residuos antes de su instalación y ser bastante firmes para evitar el recalentamiento por un mal contacto.

Los sistemas de emergencia (grupo motor-generator) deberán ser instalados mediante sistemas de transferencia manual o automática (conmutables) que cuenten con enclavamiento mecánico o electrónico, y podrán estar instalados en el mismo recinto siempre que se garantice su adecuada ventilación, y se mantengan los espacios para mantenimiento (y aislamiento térmico) apropiados (deben reservarse los espacios horizontales y verticales para poder sacar la planta), la entrada de la señal de la red de distribución al sistema de transferencia debe quedar después del medidor de la compañía para evitar registros de suministro de energía de la planta como consumo del cliente.

4.5.2.8 Tubería interior, curvas y accesorios

Según RETIE (Artículo 17º, Numeral 11) la tubería, canaletas y canalizaciones para instalaciones eléctricas deberán cumplir los requisitos establecidos el Capítulo 3 de la NTC 2050 Primera actualización. Adicionalmente, deben cumplir los siguientes requisitos:

- A. La tubería metálica debe instalarse en lugares expuestos a daños físicos severos que puedan fracturar o que sea afectada por la luz solar directa y estar aceptada para este tipo de condiciones.
- B. No se recomienda el uso de tubería eléctrica no metálica como soporte de aparatos, enterrada directamente en el piso, ni para tensiones mayores de 300 V, a no ser que estén certificados para mayor tensión.
- C. No se permite el uso de canaletas no metálicas en instalaciones ocultas (excepto cuando atraviesan muros o paredes), donde estén sujetas a severo daño físico, en los espacios vacíos de ascensores, en ambientes con temperaturas superiores a las certificadas para la canalización o para conductores cuyos límites de temperatura del aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la canaleta.
- D. En edificaciones de más de (3) tres pisos, las tuberías eléctricas no metálicas deben ir ocultas dentro de cielorrasos, pisos, muros o techos, siempre y

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 69 de 99

cuando los materiales constructivos usados tengan una resistencia al fuego de mínimo 15 minutos, excepto si se tiene un sistema contra incendio de regaderas automáticas en toda la edificación.

Las curvas efectuadas mediante el calentamiento de la tubería PVC no deben alterar significativamente el diámetro del tubo y su curvatura para que sigan siendo adecuados al calibre de los conductores que van a alojar. Entre caja y caja se aceptarán hasta 3 curvas cuyos cambios de dirección no excedan los 180 grados. Sólo se aceptarán uniones del mismo material de la tubería.

4.5.2.9 Canalizaciones Superficiales

Son molduras o canales prefabricados de sección transversal rectangular, metálicas o plásticas, que permiten el tendido de cables de potencia, comunicaciones y datos de una manera sencilla y efectiva por paredes y techos en edificaciones nuevas o en remodelaciones de edificaciones existentes.

Estos sistemas traen todos los accesorios de tal forma que se obtenga un sistema de canalización homogénea, por lo tanto el uso de este sistema demanda la utilización correcta de todos ellos.


Este sistema tiene más restricciones en su instalación que las normalmente conocidas para las tuberías metálicas o de PVC.

No se permitirá la instalación de conductores para diferentes servicios en un mismo ducto. Se deben tener en cuenta lo correspondiente a las distancias de seguridad establecidas en normas internacionales como la NFPA sobre rutas compartidas para diferentes servicios. Se recomienda el uso de amarres para cada circuito, con el fin de que en procesos de mantenimiento sean fácilmente distinguibles.

4.5.2.10 Cajas de Paso, Inspección, Reparto y Terminales

Las cajas de inspección, reparto y terminales, estarán sólidamente empotradas o sujetas a la pared cuando vayan en aplique y con su tapa correspondiente. En las cajas se permiten los empalmes de conductores, que deben quedar sólidamente unidos y encintados, de tal forma que exista un buen contacto entre ellos, y provistos de un aislamiento equivalente al del conductor.

Debe prestarse especial atención al calibre de las láminas de las cajas para que admitan adecuadamente la fijación de los diferentes aparatos o equipos y cuando van empotradas deben quedar firmemente soportadas e instaladas de tal forma que


 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 70 de 99

se puedan utilizar completamente todos los accesorios que traen los aparatos y que vienen diseñados para que su montaje y mantenimiento sea fácil y seguro.

4.5.2.11 Interruptores de Pared

Los interruptores manuales deberán cumplir los siguientes requisitos, adoptados de las normas NTC 1337, IEC.60669-1 e IEC 60947-5, (RETIE, Artículo 17º, Numeral 7.1).

- A. Los interruptores para control de aparatos deben especificarse a la corriente y tensión nominales del equipo.
- B. Los interruptores deben instalarse en serie con los conductores de fase.
- C. No debe conectarse un interruptor de uso general en el conductor neutro.
- D. En ambientes especiales clasificados (peligrosos) deben usarse interruptores a prueba de explosión.
- E. La caja metálica que alberga al interruptor debe conectarse sólidamente a tierra.
- F. Las posiciones de encendido y apagado deben estar claramente indicadas en el cuerpo del interruptor. Este requisito no es exigible a interruptores para uso domiciliario (instalaciones residenciales y comerciales).
- G. Los interruptores deben estar diseñados en forma tal que al ser instalados y cableados en su uso normal, las partes energizadas no sean accesibles a las personas.
- H. Las cubiertas o tapas metálicas se deben proteger mediante aislamiento adicional hecho por revestimientos o barreras aislantes.
- I. Para uso a la intemperie, los interruptores deben estar protegidos mediante encerramiento a prueba de intemperie.
- J. Los interruptores se deben diseñar y construir de manera que, en su utilización normal, su funcionamiento sea confiable y libre de peligro para el usuario y para su entorno.
- K. Los interruptores deben ser construidos con materiales que garanticen la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas, térmicas y de

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 71 de 99

flamabilidad, para que no se presenten alteraciones durante su envejecimiento natural o del uso normal.

- L. Las partes aislantes de los interruptores deben tener una resistencia de aislamiento mínima de 5 MΩ entre los polos y la carcasa con el interruptor en posición de encendido. No deben ser susceptibles de inflamarse y propagar el fuego, cuando las partes conductoras en condiciones de falla o sobrecarga alcancen temperaturas elevadas.
- M. Los interruptores deben realizar un número adecuado de ciclos definido por la norma técnica, bajo la corriente y tensión nominal de modo que resistan sin desgaste excesivo u otro efecto perjudicial las tensiones mecánicas, dieléctricas y térmicas que se presenten en la utilización esperada.

4.5.2.12 Salidas de Iluminación

Las salidas de iluminación con bombilla de filamento de tungsteno y portalámparas deberán cumplir los requisitos, adoptados de las normas IEC-60064, de la IEC-60432-1 y de la UL 496. (RETIE, Artículo 17º, Numeral 2).

Las rosetas se instalarán de modo que no permitan el ingreso o la acumulación de agua en su interior.


El alumbrado en roperos se permite siempre y cuando exista un espacio libre superior a 0.45 m en la parte superior del mismo.

Los circuitos ramales no pasarán por las salidas de alumbrado si dicha caja forma parte integral del aparato de alumbrado. Para rosetas de uso residencial hasta 150 W se permite el paso de circuitos ramales por la caja.


Todas las rosetas se deben conectar de manera que la parte exterior o rosca, corresponda al neutro de la instalación (120 V), y el punto o tornillo central corresponda a la fase.

4.5.2.13 Salidas normales de toma de energía

Las salidas normales de toma de energía denominadas tomacorrientes, a las cuales se conectan de manera externa las clavijas, deberán cumplir lo establecido en el Artículo 17º de RETIE, numeral 5 (adoptado de las normas NTC 1650, IEC 60884-1y IEC 60309).

 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 72 de 99

- A. Los tomacorrientes instalados en lugares húmedos deben tener un grado de encerramiento IP (o su equivalente NEMA), adecuado para la aplicación y condiciones ambientales que se esperan. Los tomacorrientes instalados en lugares sujetos a la lluvia o salpicadura de agua deben tener una cubierta protectora o encerramiento a prueba de intemperie.
- B. Para uso en intemperie, las clavijas y tomacorrientes deben tener un grado de encerramiento IP (o su equivalente NEMA), adecuado para la aplicación y condiciones ambientales que se esperan.
- C. Los contactos macho (clavija) y hembra (tomacorriente) deben ser diseñados y fabricados de tal forma que garanticen una correcta conexión eléctrica. La construcción debe ser tal que en condiciones de servicio no haya partes energizadas expuestas.
- D. Los tomacorrientes deben ser construidos de tal manera que no acepten una clavija con valores de tensión o capacidad de corriente mayor a aquellas para las cuales fueron diseñados, pero a la vez pueden aceptar clavijas de capacidades menores.
- E. Los tomacorrientes deben ser construidos con materiales que garanticen la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas, térmicas y de flamabilidad del producto, sus componentes y accesorios, de modo que no exista la posibilidad de que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se altere su desempeño y se afecte la seguridad.
- F. Los tomacorrientes deben suministrarse e instalarse con su respectiva placa, tapa o cubierta destinada a evitar el contacto directo con partes energizadas; estos materiales deben ser de alta resistencia al impacto.
- G. Los tomacorrientes polarizados con polo a tierra deben tener claramente identificados mediante letras, colores o símbolos, los terminales de neutro y tierra, y si son trifásicos, los terminales donde se conectan las fases también se deben marcar con letras. En los tomacorrientes monofásicos el terminal plano más corto debe ser el de la fase.
- H. Los tomacorrientes deben poder realizar un número adecuado de ciclos de acuerdo con lo establecido en la norma técnica que le aplique, de modo que resistan sin desgaste excesivo u otro efecto perjudicial las tensiones mecánicas dieléctricas, térmicas y de flamabilidad que se presenten en la utilización normal esperada.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 73 de 99


- I. Los tomacorrientes para uso general se deben especificar para capacidades nominales de 10, 15, 20, 30, 50 y 60, 63 y 125 A, a tensiones de 125, 150 o 250 V, con 2,3 o 4 polos y conexión de puesta a tierra.
- J. Las partes destinadas a la conducción de corriente deben ser fabricadas en cobre o sus aleaciones, pero nunca en materiales ferrosos. Se exceptúan de este requisito los tornillos, remaches o similares destinados solamente a la fijación mecánica de componentes o apriete de cables.
- K. La resistencia de aislamiento no debe ser menor de 5 MW tanto para el tomacorriente como para la clavija, valor medido entre puntos eléctricos de diferente polaridad y entre estos y cualquier punto en el cuerpo del dispositivo.
- L. La conexión de los conductores eléctricos a los terminales de los tomacorrientes y clavijas debe ser lo suficientemente segura para evitar recalentamientos de los contactos.
- M. Para el rotulado, las clavijas y tomacorrientes deben marcarse con las siguientes características:
- Razón social o marca registrada del fabricante.
 - Corriente nominal en amperios (A).
 - Tensión nominal.
 - Identificación de las polaridades respectivas si les aplica.
 - Los tomacorrientes deben identificar el uso mediante colores y marcaciones respectivas en el cuerpo del tomacorriente:

Los tomacorrientes con tierra aislada para conexión a equipo sensible no conectados a pacientes, deben identificarse con un triángulo de color naranja.

Los tomacorrientes "Grado Hospitalario" deben tener como identificación un punto verde en su exterior, y debe ser certificada para tal uso.

- N. Los interruptores de falla a tierra²¹ (GFCI, RCCB o RCBO). deben cumplir los requisitos adoptados de UL 943, IEC 61008 -1, IEC 61008 - 2-1, IEC 61008 - 2-2, IEC 61009 -1 e IEC 61009 -2.
- O. Los tomacorrientes no se ubicarán detrás de puertas ni dentro de armarios o gabinetes.

²¹ Dispositivos diseñados para interrumpir un circuito eléctrico o parte del mismo en un periodo de tiempo establecido cuando una corriente de fuga a tierra excede un valor determinado

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 74 de 99

4.5.2.14 Salidas especiales de toma de energía

Se consideran salidas de fuerza o especiales, aquellas que suministran una tensión de línea a línea de 208, 220 o 240 V. Su capacidad de corriente debe ser 40% mayor que la corriente máxima de carga; para el caso de motores con o sin arrancadores, se tomará como corriente máxima, la de arranque.

La altura de los tomacorrientes especiales no será inferior a 0.30 m del suelo.

Para instalaciones especiales se seguirá la Norma NTC 2050.

4.5.2.15 Conexión entre cajas y tierra

Se deberá tener en cuenta lo establecido por el Artículo 15 del Reglamento RETIE sobre las características que deben reunir las instalaciones de tierra de una instalación.


Cuando se use el conductor de cobre desnudo, mínimo No. 14 AWG, que conecta eléctricamente todas y cada una de las cajas de reparto, de tomacorrientes, de alumbrado e interruptores, con la caja y/o tablero de medidores y/o con la caja de circuitos aquel deberá estar unido sólidamente a cada una de ellas mediante tornillo.

4.5.2.16 Puesta a tierra

En el RETIE, Artículo 15, Numeral 2 se establece que:


- A. Sólo se aceptan como regímenes de conexión a tierra en baja tensión, el de conexión sólida o el de impedancia limitadora²². Queda expresamente prohibido el régimen en el cual las funciones de neutro y de protección las cumple el mismo conductor.
- B. Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas, no podrán ser incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra. Este requisito no excluye el hecho de que se deben conectar a tierra, en algunos casos.
- C. Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación deben tener una conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general.

²² Con las excepciones establecidas en la NTC 2050 Primera Actualización

 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 75 de 99

- D. Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puestas a tierra, deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conector certificado para tal uso.
- E. En instalaciones domiciliarias, para verificar que las características del electrodo de puesta a tierra y su unión con la red equipotencial, cumpla con el RETIE, se debe dejar al menos un punto de conexión accesible e inspeccionable. Cuando para este efecto se construya una caja de inspección, sus dimensiones deben ser mínimo de 30 cm x 30 cm, o de 30 cm de diámetro si es circular y su tapa debe ser removible.
- F. No se permite el uso de aluminio en los electrodos de las puestas a tierra.
- G. Para sistemas trifásicos de instalaciones de uso final con cargas no lineales el neutro puede sobrecargarse y esto puede conllevar un riesgo por el recalentamiento del conductor, máxime si, como es lo normal, no se tiene un interruptor automático. Por lo anterior, el conductor de neutro, en estos casos, debe ser dimensionado con por lo menos el 173% de la capacidad de corriente de la carga de diseño de las fases.
- H. A partir de la entrada en vigencia del RETIE²³ queda expresamente prohibido utilizar en las instalaciones eléctricas, el suelo o terreno como camino de retorno de la corriente en condiciones normales de funcionamiento. No se permitirá el uso de sistemas monofilares, es decir, donde se tiende sólo el conductor de fase y donde el terreno es la única trayectoria tanto para las corrientes de retorno como de falla.
- I. Cuando por requerimientos de un edificio existan varias puestas a tierra, todas ellas deben estar interconectadas eléctricamente, según criterio adoptado de IEC-61000-5-2.
- J. Se deben interconectar todas las puestas a tierra de un edificio, es decir, aquellas componentes del sistema de puesta a tierra que está bajo el nivel del terreno. Este criterio está establecido igualmente en la NTC 2050 (Sección 250). Adicionalmente, se debe cumplir que si una parte conductora que conforma el sistema de puesta a tierra está a menos de 1,8 m de una bajante de pararrayos, debe ser unida a la bajante. Igualmente, en el caso de los edificios altos, se requieren anillos equipotenciales para protección contra rayos.

²³ 1º de Mayo de 2005

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 76 de 99

- K. El conductor neutro y el conductor de puesta a tierra²⁴ de un circuito deben ir aislados entre sí, sólo deben unirse con un puente equipotencial en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte. Este puente equipotencial principal debe ubicarse lo más cerca posible de la acometida o del transformador.
- L. La conexión de tierra desde el tablero y/o la caja de medidor deberá hacerse a través de conduit metálico y por medio de conductor de cobre desnudo del calibre apropiado (sección 250 de NTC2050) y electrodo de puesta a tierra. Se deberá utilizar conexión en soldadura
- M. Se pueden utilizar tecnologías como la Hidrosolta, Favigel o sales para garantizar la obtención exotérmica o conector certificado para tal uso y permanencia del valor de la resistencia de puesta a tierra.

4.5.3 Instalaciones provisionales


Para efectos del RETIE, se entiende como instalación provisional aquella que se hace para suministrar el servicio de energía a un proyecto en construcción, o que tendrá una utilización no mayor a seis (6) meses, prorrogables según el criterio de la Compañía. Deberán cumplir con lo especificado en la sección 305 del Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050 Primera Actualización). Toda instalación provisional deberá incorporar un medidor de especificación adecuada a las cargas que serán alimentadas. El servicio de energía a instalaciones provisionales quedará condicionado a que una persona calificada establezca y que se cumpla un procedimiento escrito de control de los riesgos eléctricos de esta instalación, el cual debe estar a disposición de la autoridad competente.

4.6 ACOMETIDAS ELÉCTRICAS

4.6.1 Generalidades

La acometida es una derivación de la red local del servicio respectivo que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios y en general, en las Unidades Inmobiliarias Cerradas de que trata la Ley 675 de 2001, la acometida llega hasta el registro de corte general. Conjunto de elementos, materiales, compuestos básicamente por conductores que forman parte de la conexión y que son utilizados para unir el sistema de medición y sus respectivas protecciones, a una red de distribución.

²⁴ Artículo 40º

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 77 de 99

Se define como la parte de la instalación eléctrica que se construye desde las redes de distribución del operador de red, hasta las instalaciones del usuario. Como elementos componentes se encuentran: punto de alimentación, conductores, ductos, tablero general de acometidas, interruptor general, armario de medidores o caja para equipo de medición. La Norma NTC 2050 señala en el numeral 230-3 que una edificación (o una estructura) no debe ser alimentada desde otra. Los conductores de acometidas de una edificación o una estructura no deben pasar a través del interior de otro edificio o estructura.

De acuerdo a la sección 230 de la NTC 2050, un inmueble sólo podrá estar servido por una acometida, salvo casos de suplencia en la industria para diferentes niveles de tensión (13,2kV, 34,5kV) estimados, evaluados y aprobados por la Compañía.


La acometida eléctrica servirá para transportar y utilizar la energía después del punto de conexión de la red de distribución, por lo tanto, la medida de la energía suministrada al usuario, se debe instalar en el punto de conexión otorgado por la Compañía. Norma AE 200.

En la Norma AE 201, AE 201-1 y AE 201-2 se muestran los diagramas unifilares de diferentes tipos de acometidas eléctricas normalizados. La Compañía exige la utilización de blindobarra en celdas de medida para los casos donde existan más de 3 usuarios a alimentar con una sola acometida hasta la celda de medida.

Los conductores de la acometida en baja tensión deberán ser continuos, desde el punto de conexión de la red hasta los bornes de la entrada del equipo de medida. No se aceptarán empalmes, ni derivaciones, en ningún tramo de la acometida; la Norma AE 201-3 presenta en detalle la forma en que la acometida subterránea tiene continuidad y protección en una cámara de inspección, con el fin de evitar posibles derivaciones no autorizadas. Se debe garantizar que el equipo de medida este en el punto de conexión de la red. Para suministros rurales se exige la adecuación de equipo de medida en la parte exterior del inmueble, específicamente en la estructura en donde se hace la conexión a la red de la Compañía.

En la caja o armario de medidores deberá reservarse en su extremo una longitud del conductor de la acometida suficiente que permita una fácil conexión al equipo de medida.

Los medidores polifásicos de estado sólido deben permitir que sean parametrizados por software, que tengan multirango de alimentación, que se pueda en algún caso detectar el acceso al interior del equipo mediante opciones de verificación de seguridad y que las condiciones de comunicaciones sean óptimas para la toma de lectura en tiempo real.

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 78 de 99

Los proyectos que requiera una acometida subterránea con transformador exclusivo, deberán proyectar la instalación del equipo de medida en el punto más cercano a la conexión de la red.

Se permite para un solo usuario, que el interruptor o pin de corte comparta el mismo recinto del medidor (carga monofásica) ver norma AE 301 y AE 302; es decir, que para más de un usuario, la caja de media debe presentar un compartimiento aparte para la instalación de interruptores y barrajes (blindo-barras). Ver norma AE 305-1.

La conexión de la acometida a la red de suministro y la conexión del medidor será realizada únicamente por personal autorizado por la Compañía.

4.6.2 Tipos de Acometidas Eléctricas

La carga que se solicite deberá estar justificada con base en un estudio de cargas de diseño que será presentado ante la Compañía.

4.6.2.1 Acometidas aéreas


La acometida podrá ser aérea (exclusivamente con cable concéntrico de cobre), para cargas instaladas (iguales o menores a 15 kW), y se conectará desde redes aéreas de baja tensión. Hasta este nivel, igualmente, se podrán conectar cargas desde el barraje de un armario de medidores existente.

El servicio se prestará conforme a las configuraciones que se presentan en la tabla 1.8²⁵ y de acuerdo a los límites de carga previstos allí.

Bajo aprobación de la Compañía, se podrán tener acometidas que consistan en conexión exclusiva desde bornes de transformador, su prolongación como circuito aéreo (en red abierta o trenzada) y su derivación subterránea desde la estructura al frente del predio. Los dobles circuitos (o paralelismos) en las mismas estructuras (apoyos) se harán en redes aéreas de baja tensión aisladas, mediando una autorización expresa de la Compañía.

Cuando existen redes aéreas de media tensión, la acometida de MT podrá ser aérea para cargas iguales o inferiores a 150 kVA, siempre y cuando las disposiciones del urbanismo y de la Compañía Energética del Tolima SA ESP admitan la instalación de

²⁵ Límites de Carga y tensión en B.T.

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 79 de 99

transformador de uso exclusivo en poste en dicha zona, aunque la entrada de los cables de BT al predio deberá hacerse en forma subterránea.

En predios de zona rural donde se tengan redes particulares de MT, la acometida a dichos predios podrá ser aérea.

4.6.2.2 Acometidas subterráneas

Desde redes subterráneas de baja tensión (BT), la acometida siempre será subterránea, a excepción de edificaciones que estando alimentadas de redes aéreas, éstas redes se subterranizaron en trabajos posteriores de remodelación de redes.

En redes subterráneas de baja tensión alimentadas desde transformadores de distribución de la Compañía, se podrán alimentar cargas menores de 15 kW mediante barrajes preformados de baja tensión (BT), los cuales se alojarán en cámaras de inspección tipo SB 275 y serán de uso exclusivo de la Compañía, por tal razón, en la cámara se debe instalar una tapa interior, con dispositivos que permitan colocar sellos e impedir la manipulación del usuario. La Compañía evaluará si existe capacidad disponible o posibilidad de ampliarla, para lo cual deberá ser presentado, de manera formal, un proyecto de redes de baja tensión.

En redes de media tensión aéreas la acometida siempre será subterránea a subestaciones de distribución (capsulada, de pedestal o convencional de local)


En redes subterráneas de 13,2 kV ó 34,5 kV la acometida será subterránea.

En urbanizaciones de estratos socioeconómicos definidos como 1, 2, 3 y 4, así como en predios que no estén ubicados sobre avenidas y vías arterias se permite suministrar el servicio mediante acometida subterránea alimentada desde la red aérea. Para lo cual deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- Capacidad de transformación disponible, o posibilidad de ampliarla
- Posibilidad de rediseñar circuito BT existente frente al inmueble
- Cumplir condiciones límites de regulación en BT
- Diseñar red con calibre normalizados
- Elaborar proyecto de redes, en caso afirmativo

Para el caso de cargas instaladas menores a 15 kW la Compañía podrá suministrar el servicio desde un transformador existente, si existe tal posibilidad, de lo contrario deberá instalar un transformador nuevo.

No se permitirá el montaje de transformador en poste, de ninguna capacidad, ni la construcción de redes aéreas de MT y BT en las áreas de subterranización establecidas en el POT, en predios que estén sobre vías arterias, en zonas de

 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 80 de 99

conservación histórica, en las áreas incluidas en el Plan de Subterranización, y en general, en aquellos sitios donde la conformación urbanística no permita la construcción de redes aéreas de acuerdo con las normas establecidas.

- En redes veredales se dará servicio desde transformadores dedicados si no existe capacidad disponible o posibilidad de ampliarla con transformadores de Enertolima S.A. E.S.P. para atender la carga solicitada.

Se deberá dar oportuno cumplimiento a la Norma NTC 2482. En este sentido la "carga máxima autorizada" podrá ser mayor que la "capacidad nominal del transformador", para clientes con una sola cuenta con transformador o subestación.

Todas las acometidas de media tensión (MT) a los predios deben ser subterráneas. Se exceptúan:

- Acometidas temporales de provisional de obras
- Subestaciones exteriores de patio,
- Acometidas a fincas en zonas rurales
- Acometidas a unidades inmobiliarias cerradas de casas hasta tres pisos
- Acometidas a lotes o bodegas industriales con transformadores en postes.


4.6.2.3 Acometidas Temporales

La constituyen las que se montan como alimentación de obras provisionales. En estas debe primar, ante todo, el cumplimiento de las normas de seguridad de la instalación eléctrica. Deberán presentar estudio de conexión, el cual deberá ser aprobado por la Compañía antes de su construcción y la energía consumida debe ser registrada por un medidor, seleccionado de acuerdo a las cargas a alimentar.

La instalación provisional de obra deberá tener, como mínimo, los siguientes elementos:

- El conductor de la acometida general y de la parcial
- Caja para instalar contadores o equipo de medición
- Tubería metálica para la acometida
- Caja para interruptores automáticos de protecciones
- Línea y electrodo de puesta a tierra

4.6.2.4 Acometidas a Bifamiliares

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 81 de 99

Se utilizarán acometidas individuales para atender el servicio de energía de inmuebles bifamiliares (2 cuentas), cada una de las cuales tendrá su respectiva caja para medidor.

Se puede instalar una sola acometida con una caja para dos medidores cuando el inmueble bifamiliar tenga un frente común (edificación de dos pisos); la caja de media debe tener un compartimiento independiente para los pines de corte y barrajes (blindo-barras), de acuerdo a la norma AE 201.

Para más de dos (2) cuentas se debe instalar una sola acometida a la caja o armario de medida.

4.6.3 Acometida Aérea en Baja Tensión (BT)


Es la derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

Características generales:

- Las acometidas de baja tensión (BT) podrán ser aéreas para cargas menores a 15 KW. Siempre y cuando haya disponibilidad en la red existente.
- Conductores desde calibre N° 8 AWG (8,36 mm²) hasta N° 2 AWG (33,62 mm²)
- Para la conexión de la acometida a la red se usarán conectores apropiados, de acuerdo al material.
- Regulación máxima del 2% y podría tener una longitud máxima de 25 metros, de acuerdo a la tabla 1.12 límites de regulación de tensión del capítulo I de esta norma.
- La derivación de la acometida aérea, desde la red aérea de baja tensión trenzada o abierta, se hará en conductor concéntrico. Norma AE 217. Los conductores de la acometida a un inmueble, no deberán pasar por el interior ni por encima de otro predio o inmueble (NTC 2050 Sec.230-3)
- El cable concéntrico de la acometida podrá construirse en forma sobrepuesta con o sin ducto, sobre las fachadas de las viviendas.

Los accesorios para sujeción del conductor se pueden ver en la Norma AE 221(capítulo X), NM-40803 y NM-40806 (capítulo XI).

4.6.4 Distancias mínimas de seguridad en acometidas aéreas de BT.

 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 82 de 99

Se debe cumplir con lo establecido en el artículo 13 del reglamento técnico (RETIE). Los conductores de acometidas aéreas deberán tener las siguientes separaciones verticales mínimas desde el suelo:

Desde el piso terminado hasta el punto más bajo del vano de la acometida	3.m
Sobre áreas residenciales y comerciales sin tráfico de .camiones	4.60 m
Sobre la vía pública calles de servicio, áreas de estacionamiento con tráfico pesado, áreas no residenciales como bosques y cultivos	5.00 m

Las separaciones verticales de todos los conductores deberán basarse en una temperatura de 15°C. Sin viento y con flecha final sin carga en el conductor.

Los conductores deberán tener una separación horizontal no menor de 1 m de las ventanas, puertas, salidas de emergencia o sitios semejantes. Cuando éstos son tendidos por encima de los anteriores obstáculos se considerará fuera de su alcance.


A. Ducto para acometida aérea

Utilizado para la conducción de los cables que llegan de manera aérea al predio, se iniciará en el capacete donde los conductores entran al inmueble y llegará hasta la caja de medidores. Deberá reunir las siguientes características.

- Ser hermético
- Calibre o diámetro mínimo 2,54 cm(1") en tubo galvanizado para instalación embebida y tubo galvanizado para instalación superpuesta hasta la caja del medidor.
- No podrá tener derivaciones ni perforaciones desde el inicio hasta la caja del medidor o armario de medidores.
- Deberá estar incrustado en los muros, con excepción de las paredes prefabricadas donde podrán ir superpuestos a partir del punto de entrada del tubo a la edificación.

B. Acometida aérea en cable concéntrico

Se utilizará en las nuevas instalaciones y/o en aquellas donde se realicen procesos de normalización o se hallan encontrado irregularidades. Se instalará cable con neutro concéntrico para las acometidas monofásicas y bifásicas y cable trenzado para las trifásicas.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 83 de 99

Normas: AE 203, AE 204, AE 205 y AE 206, los calibres de los cables de cobre con neutro concéntrico para acometidas son los siguientes:

Cables de cobre concéntrico	
Acometidas trifásicas	3x8+1x10 AWG 3x6+1x8 AWG 3x4+1x6 AWG 3x2+1x4 AWG
Cables de cobre concéntrico normalizado	
Acometidas monofásicas	2x8 AWG 2x6 AWG 2x4 AWG
Acometidas bifásicas	2x8+1x8 AWG 2x6+1x6 AWG 2x4+1x4 AWG

Los cables con neutro concéntrico trifásicos para acometidas estarán conformados por tres conductores de fase y un conductor de neutro aislados en polietileno.


Los conductores de fase y de neutro serán en cobre blando, y la chaqueta exterior de los cables terminados, en PVC.

Máximos Calibres para Acometidas Aéreas en BT

Carga Contratada (kW)	Calibre del conductor con neutro concéntrico (AWG)
2	2X8
4	2X8
6	2X6
8	2X4

Monofásicas Trifilares a 120/240V

Carga Contratada (KW)	Calibre del conductor con neutro concéntrico (AWG)
5	2X8+1X10
10	2X8+1X10

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 84 de 99

15	2X6+1X8
20	2X4+1X6
25	2X4+1X6
35	2X2+1X4

4.6.5Cajas, Armarios y Celdas

Las cajas para los medidores se instalarán independientes cuando sean de diferentes transformadores, en las fachadas de las construcciones, verticalmente y sus puertas deberán abrir lateralmente.

Para un inmueble se permitirá sólo una caja para medidores, excepto en inmuebles bifamiliares con frente independiente y ella no deberá utilizarse como caja de paso.

En el caso de cajas de más de un medidor sólo se permitirá un ducto para el paso de los conductores de la acometida general, para cada inmueble solo se permitirá la instalación de un ducto para su acometida parcial y su diámetro deberá ser mínimo 2,54 cm (1"). Tampoco se permitirá la conexión de dos o más acometidas parciales desde un mismo medidor.

A las cajas se les proveerá de protección contra el agua lluvia, consistente en tejas, voladizos o láminas de acero, con el fin de evitar su rápido deterioro.

La altura mínima para la instalación de la caja para medidores desde el nivel del piso a la base de la caja, deberá ser de 120 cm y la máxima de 160 cm.


Las cajas para dos medidores deberán tener un barraje, dispositivo de protección y bloqueador mecánico. A partir de 3 cuentas, inclusive, las cajas deberán estar dotadas de interruptor general, barraje y dispositivos de protección. Todos en compartimentosdeben estar separados al de los medidores.

Cuando la caja del medidor sea empotrada en la pared, debe quedar al menos una capa de pañete, ladrillo u otro material que conforme la pared, en la parte posterior de la caja de medidores.

En ningún caso se permitirá hacer derivaciones parciales de carga directamente de la caja del medidor.

Los medidores se ubicarán de tal forma que la separación horizontal y vertical entre las cajas o tableros y los medidores sea de 6 y 10 cm, respectivamente.

La caja para los medidores se deberá ubicar en el exterior de los inmuebles.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 85 de 99

Cuando las condiciones lo exijan, se autorizará la instalación de cajas para los medidores sobre el poste más cercano al inmueble.

El armario para los medidores deberá localizarse en un lugar especialmente destinado para tal fin, es decir no se comparte con el sitio destinado para el transformador o en el sitio destinado a la planta de emergencia, podrá estar instalado en los vestíbulos de los edificios y no se debe empotrar en la pared, deberá estar lo suficientemente iluminado, ser de fácil acceso para que permita la revisión y mantenimiento de los respectivos equipos, no se debe llegar a ellos a través de oficinas o habitaciones.

Cuando estén adosados a las paredes externas de los edificios ellos deberán ser tipo intemperie con una cubierta protectora. Los armarios y cajas deben tener una protección antivandálica consistente en una reja metálica con portacandado.


Por razones de seguridad de evacuación de edificios, en caso de incendio, no se permitirá la instalación de armarios de medidores debajo de las escaleras de acceso; en casos excepcionales, cuando el armario de medidores se deba ubicar debajo de las escaleras, se deberá proteger la parte posterior y lateral del armario con un muro o pared; se deberá evitar que el armario de medidores sirva como muro o pared divisoria para cerramiento de cuartos o recintos que puedan utilizarse como depósitos de materiales, desperdicios, alcobas, etc.

El lugar de ubicación del armario de medidores y las cajas del equipo de medida, deberá indicarse clara y específicamente en los planos eléctricos, cuando se presente el respectivo proyecto ante la Compañía.

Al frente de las cajas y de los armarios se deberá disponer de un espacio libre de por lo menos 1 m, con el objeto de lograr la total apertura de las puertas de los mismos, que permitan una rápida y segura manipulación o mantenimiento de los equipos.

En la instalación de cajas y armarios de medidores se deberá tener en cuenta la disposición de los equipos y barrajes alojados adentro, con el fin de cumplir con los espacios de trabajo y las distancias mínimas libres a las partes activas, especificadas en la Norma NTC 2050 tabla 110-16 A.

Para los armarios ubicados en sótanos, utilizados como parqueaderos de vehículos, se deberá colocar una barrera física que los proteja de los choques.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 86 de 99

No se permitirá armarios cuya base este a ras del piso, los armarios deberán instalarse sobre una base de concreto de 5 cm de altura, como mínimo.

Para armarios hasta de 10 cuentas, se permitirá reducir su altura y podrá tener dos bandejas porta - medidores. En este caso, el centro de la bandeja inferior para los medidores, deberá estar a 1.2 m del nivel del piso.

Cuando se requiere la instalación de equipo de medida de baja tensión, con medidor de energía reactiva, la medida se instalará en las cajas que para tal efecto se especifican en la Norma AE 315 y con la disposición mostrada en la Norma AE 316.

Los dispositivos de protección se pueden instalar en el armario de medidores en su compartimiento respectivo y las conducciones desde y hacia la caja deben hacerse en tubo conduit metálico tipo pesado de 2,54 cm (1") de diámetro.

Si la cuenta de servicios comunes de edificios o agrupaciones de vivienda, tiene equipo de medida en B.T. y se localiza cerca al armario de medidores, la acometida parcial deberá salir directamente del barraje del armario y la protección del circuito irá después del equipo de medida.


En estos casos, en el exterior de la (s) caja (s) se deberá colocar una marquilla, ya sea plástica, de acero inoxidable o aluminio con la siguiente inscripción:

USO EXCLUSIVO ENERTOLIMA

El tamaño de las letras será de mínimo 10 mm de altura.

Todos los elementos de protección y alambrado, deberán ajustarse a las exigencias técnicas para lograr una coordinación y selectividad completa. El alambrado deberá hacerse de tal forma que los puntos vivos se conectan al "ON" (Encendido) y los puntos muertos al "OFF" (Apagado) queden alimentados por la parte superior, en donde deberá estar el "ON", cuando la instalación sea vertical y en posición horizontal el "ON" estará a la derecha.

Los medidores e interruptores de protección, deberán identificarse claramente con la dirección y número del apartamento o local respectivo, mediante marquillas de acero inoxidable, aluminio o plástico firmemente remachadas. No se permitirán marquillas pegadas, atornilladas, hechas con rotuladora, pintura, cinta, marcado o similar, NTC 2050 Art. 110-22.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 87 de 99

El usuario suministrará el armario debidamente instalado y alambrado, con todas las cuentas identificadas y con los suficientes espacios de trabajo para accionar los aparatos de maniobra y protección, NTC 2050 Art. 110-22 y 230-73.

La identificación de las cuentas y su disposición, deberá estar ordenada de menor a mayor y de arriba hacia abajo.

El extremo de cada conductor de entrada o de salida que va a la bornera del correspondiente medidor, deberá estar claramente identificado mediante cintas o marquillas, firmemente adheridas al conductor y siguiendo el código de colores de acuerdo al RETIE.

No se permitirá localizar en un armario cuentas de diferentes bloques de apartamentos. Cada bloque deberá tener su propio armario de medidores.

En la caja donde se instalen los transformadores de corriente, se instalará una placa de las mismas características de las antes mencionadas, con la siguiente inscripción:

<p style="text-align: center;">USO EXCLUSIVO ENERTOLIMA TRANSFORMADORES DE CORRIENTE</p>
--

4.6.6 Medidores de Energía

Los medidores de energía son equipos usados para proporcionar la medida del consumo de energía; existen varios tipos de medidores dependiendo de su construcción, de la energía que mide, de la clase de precisión y de la forma de conexión a la red eléctrica. La compañía define según lo anterior, el tipo de medidor a ser utilizado en cada instalación de acuerdo a criterios expuestos posteriormente.


Los medidores de energía se ubicaran de forma que sea fácil su acceso para la toma de lectura, por lo tanto se establece que el equipo de medida este en el exterior del inmueble.

4.6.6.1 Clasificación de los Medidores

A. Según su construcción

1. De inducción (electromecánicos).

El principio de su funcionamiento es muy similar al de los motores de inducción y se basa en la teoría de la relación de la corriente eléctrica con los campos magnéticos. Aplica las normas NTC 2288 y 2148.A partir de la fecha de publicación de esta

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 88 de 99

norma, la Compañía no legalizará ni aceptará este tipo de medidores; solo se podrán instalar medidores estáticos.

2. Estáticos

Están construidas con dispositivos electrónicos. A la Compañía se le debe presentar el protocolo de pruebas del medidor en original, expedido por un laboratorio acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio, cuando se lo presenten para su respectiva programación, obviamente antes de su instalación. Aplica las normas NTC 2147,4052.

B. Según la energía que miden

1. De energía activa

Miden el consumo de energía activa en kilovatios hora, kWh.

2. De energía reactiva

Miden el consumo de energía reactiva en kilovoltamperios reactivos-hora, kVarH.

C. Según la precisión (clase)

Por norma, la clase (que puede tener valores: 0.2, 0.5, 1 y 2), significa el límite de error porcentual admisible para todos los valores de corriente entre el 10% de la corriente nominal y la corriente máxima, con un factor de potencia igual a 1. La Compañía no acepta medidores con clase 2 por precisión en la medida.

1. Clase 0.2


Se utilizan para medir la energía activa suministrada en bloque en puntos de frontera de intercambio con otras Compañías o con grandes consumidores.

2. Clase 0.5

Incluye los medidores trifásicos para medir energía activa de grandes consumidores.

3. Clase 1

Es la clasificación básica e incluye los medidores monofásicos y trifásicos para medir energía activa en casas, oficinas, locales comerciales y pequeñas industrias, también se utiliza esta precisión para medir la energía reactiva.

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 89 de 99

D. Según la conexión a la red

1. Directa

Es el medidor de energía que se conecta a la red eléctrica sin transformadores de medida. Sus bobinas de tensión y corriente se conectan directamente a la red y la característica es que se utilizan actualmente cuando la corriente de la instalación es de 100 Amperios (esporádicamente 120 amperios si el medidor lo permite).

- Medidor monofásico bifilar
Se utiliza para el registro del consumo en una acometida que tenga un solo conductor activo o fase y un conductor no activo o neutro.
- Medidor monofásico trifilar
Se utiliza para el registro del consumo de energía de una acometida monofásica de fase partida (120/240 V) donde se tienen dos conductores activos o fases y uno no activo o neutro.
- Medidor bifásico trifilar
Se utiliza para el registro de consumo de energía de una acometida de dos fases y el neutro, alimentadas desde la red de B.T. de distribución trifásica (120/208 V).
- Medidor trifásico tetrafilar
Se utiliza para el registro del consumo de energía de una acometida trifásica en B.T. de tres fases y cuatro hilos.

2. Indirecta


El medidor de energía se conecta a la red eléctrica a través de transformadores de corriente (TC) y de tensión (TT), norma NTC 2205 y 2207, respectivamente.

- Medidor trifásico tetrafilar

Se utiliza para el registro del consumo de energía de una acometida trifásica de MT, para la cual solo se permite conexiones a tres elementos.

3. Semidirecta

Es el medidor de energía que se conecta a la red eléctrica a través de transformadores de corriente (TC).

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 90 de 99

Toda conexión semidirecta o indirecta, deberá realizarse a través de una bornera de conexiones o bornera cortocircuitable, salvo las que por condiciones de seguridad o determinación de la Compañía podrán dejarse sin ella.

El límite de sobrecarga de los transformadores de corriente será máximo del 10% de su corriente nominal, estos deben ser de clase 0.5 ó 0.2, de marca homologada y deberán presentar ante la Compañía su protocolo de pruebas de fábrica y de laboratorio acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio.

Para la determinación de la capacidad de estos transformadores se debe tener en cuenta la carga contratada.

4.6.6.2 Selección de la Medida

Los servicios cuyas cargas sean inferiores a 15 kW tendrán medida en baja tensión BT con medidores electrónicos de medida activa clase 1 de energía activa únicamente, siempre y cuando la relación kVA y kvar sea menor al 50% de la potencia activa.


Para las cargas entre 15 kW hasta 27 kW (incluido transformador de 30 kVA) que cuente con carga inductiva mayor al 50% de la potencia activa, se exigirá medida Activa- Reactiva electrónica clase 1.0 Conexión directa.

Para carga instalada superior a 30 kVA hasta 112.5 kVA (incluido 112,5 kVA), se instalará medida Activa – Reactiva clase 1.0. Si la carga es para un sistema de bombeo se exigirá medida Activa- Reactiva Clase 1.0 con perfil de memoria y puerto de comunicación.

Para carga instalada superior a 112.5 kVA hasta 225 kVA (incluido 225 kVA), su Medida será Activa – Reactiva Clase 0,5. con perfil de memoria y puerto de comunicación.

Para cargas instaladas superiores a 225 kVA, su medida estará en nivel de tensión 2 o 3 según el caso y el equipo de medida será Activa- Reactiva Clase 0,5 con perfil de memoria y puerto de comunicación. En general utilizando los siguientes elementos:

- Transformadores de tensión.
- Transformadores de corriente.
- Medidores electrónicos de energía activa y reactiva. Con tarifa horaria de demanda máxima.

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 91 de 99

- Puerto de comunicaciones para 3 elementos.

La Compañía permitirá para cargas entre 30 kVA y 225kVA que la medida se realice mediante medidor electrónico de energía activa - reactiva y con indicador de demanda máxima a través de transformadores de corriente en baja tensión BT (tipo semi-directa).

La selección de la medida puede hacerse tomando como base las opciones que ofrece actualmente la regulación eléctrica y las siguientes consideraciones:

A. Medición Directa en BT. Cargas menores de 15 kW


La medición directa en baja tensión se hace conectando directamente los medidores de energía activa a la red. Cuando la relación de la potencia reactiva sea mayor al 50% de la potencia activa se debe instalar medidor activa-reactiva. Las características generales de los medidores a utilizar serán las siguientes.

Medidor		Monofásico Bifilar	Monofásico trifilar	Bifásico trifilar	Trifásico tetrafilar		
Tensión	V	120	120/240	2X120/208	3X120/208	3X120/208	3X277/480
Corriente Básica	A	15	20	15	20	50	20
Corriente Máxima	A	60	80	100	80	150	60
Clase		1	1	1	1	1	1
Tarifa		Sencilla	Sencilla	Sencilla	Sencilla	Sencilla	Sencilla: comercial Y oficial Doble: Industrial
Límite de carga	KW	7.2	19.2	20	28.8	54	45
Esquema de Conexión		AE 411 AE 412	AE 413	AE 413-1	AE 414	AE 414	

Tabla 4.3 Medición Directa

B. Medición Indirecta en BT. Cargas mayores o iguales de 55 kW

Cargas mayores o iguales a 55 kW son medidas con contadores electrónicos que registran potencia activa, reactiva y perfil de carga. Los medidores se conectan a los secundarios de los transformadores de corriente. La Compañía exigirá que en la instalación de los TC se deje en la relación máxima que disponga el equipo.

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 92 de 99

Las características de los medidores son las siguientes:

Medidor		Trifásico Tetrafilar	
Tensión nominal	V	3X115/200	3X277/ 480
Corriente	A	5	5
Corriente Máxima	A	6	6
Clase		1	1
Tarifa		Sencilla: Con demanda máxima para usuarios comerciales y oficiales Doble: Con demanda máxima para usuarios industriales	
Límite de Carga			
Esquema de conexión			

Tabla 4.4 Medición indirecta en BT


C. Medición indirecta en 13,2 kV

En el caso de medida indirecta el medidor debe ser de tipo estático, energía activa y reactiva, clase 0.5 ó 0.2 y de manera opcional tendrá perfil de carga, demanda máxima y telemida, a menos que se opte por un sistema tarifario horario, en donde el perfil de carga y la telemida serán obligatorios. Estos medidores deberán estar conectados a los secundarios de los TC y los TT, a través de la respectiva bornera de conexiones o bornera cortocircuitable.

Debe utilizarse un equipo auxiliar compuesto de transformadores de corriente y transformadores de tensión, conexión indirecta, los cuales deben ser de clase 0.5 ó 0.2, deberán tener y presentar ante la Compañía protocolo de pruebas de fábrica y de laboratorio acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio.

El equipo auxiliar debe estar compuesto por tres elementos, tres TP's y tres TC's. La Compañía exigirá que en la instalación de los TC se deje en la relación máxima que disponga el equipo.

D. Medición indirecta en 34,5 kV

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 93 de 99

Se acepta para cargas instaladas iguales o superiores a 1400kVA y < 6000 kVA, debe utilizar equipo auxiliar compuesto por transformadores de corriente y transformadores de tensión, los cuales deben ser de clase 0.5 ó 0.2, deberán tener y presentar ante la Compañía los protocolos de pruebas de fábrica y de laboratorio acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio. El equipo auxiliar debe estar compuesto por tres elementos, tres TP´s y tres TC´s.

Relación de transformación de los transformadores de corriente, según las capacidades de los transformadores de distribución.

	208/120 V	13.2 kV
75 kVA	200/5	5/5
112,5 kVA	300/5	5/5
150 kVA	400/5	10/5
225 kVA	600/5	10/5
300 kVA	800/5	15/5

Tabla 4.5 Transformadores de corriente

En todo caso la Compañía exigirá que en la instalación y montaje de los TC se deje en la relación máxima que disponga el equipo.

4.6.6.3 Medición a Usuarios conectados a 115 kV


Los usuarios a los cuales se les suministre el servicio de energía a una tensión de 115 kV, deberán tener la medida en tres elementos, es decir, con tres TP y tres TC, el medidor será de tipo estático, de energía activa y reactiva, con perfil de carga, demanda máxima y telemedida, clase 0.2., lo anterior de acuerdo a la resolución CREG 01 de 1999.

Los transformadores de medida serán según Normas IEC 185 y 186, para los TC y los TP, respectivamente, y ANSI C 57/13 o la Nacional NTC equivalente.

Los transformadores de corriente y de tensión deben tener núcleos exclusivos para la medida, no se permite que adicionalmente tengan conectados fusibles, instrumentos de indicación, aparatos de maniobra, de control o de protección.

Las tapas de las bornas secundarias deben tener los dispositivos para instalar los sellos de seguridad.

4.6.6.4 Medición de Fronteras con el Sistema Nacional a 115 kV

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 94 de 99

La medida se hará con medidor de tipo estático, bidireccional, de clase 0.2, con registro de energía activa y reactiva, demanda máxima, perfil de carga y teled medida.

Para todos los usuarios no regulados se exige el estricto cumplimiento del Código de Medida (Res. CREG 025 del 98) y del Código de Conexión (Res. CREG 225/98) y las que modifiquen a las anteriores.

A. Transformadores de corriente


Tensión de servicio	115 kV
Frecuencia	60 Hz
Instalación	Exterior
Número de núcleos (uno de los núcleos exclusivo para medida)	2-3
Corriente secundaria	5 A
Corriente térmica (Ith)	40 kA
Corriente Dinámica (Id)	100 kA
Carga para el núcleo de medida	30 VA
Clase	0.2

B. Transformadores de tensión

Tensión de servicio	115/√3 kV
Frecuencia	60 Hz
Instalación	Exterior
Número de núcleos (uno de los núcleos exclusivo para medida)	2-3
Tensión secundaria	115/√3 V
Carga para el núcleo de medida (burden)	30 VA
Clase	0.2

Los transformadores de corriente y potencial deben tener secundarios exclusivos para la medida. No se permite que tengan en ese núcleo conectados fusibles, instrumentos de medición, aparatos de maniobra, de control o protección.

C. Precauciones en la medida

 ENERTOLIMA	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 95 de 99

Para la medida en 13,2 kV y 34,5 kV se deberá tener en cuenta que cuando se alimentan transformadores de distribución conectados en estrella en el primario, a esos niveles de tensión, no se puede utilizar la medida en dos elementos, debido a que pueden fluir corrientes muy grandes por tierra. Es imprescindible la medida en tres elementos.

Es el caso de transformadores con conexiones tipo Yy0, se deberá utilizar medida en tres elementos.

4.6.6.5 Servicio de Suplencia

La Compañía podrá autorizar el servicio por un circuito de suplencia, a los clientes que así lo soliciten, en Media y Alta Tensión (niveles de tensión Norma NTC 1340) , previo el cumplimiento de los requisitos exigidos por la regulación vigente. Este servicio se presta con circuitos del mismo nivel de tensión o en casos excepcionales con circuitos de diferente nivel de tensión. La carga servida por la suplencia será en todo caso no mayor a la del circuito principal.

En la cuenta del circuito principal el cliente tendrá contratado el total de la carga instalada, en la cuenta del circuito de suplencia tendrá la carga autorizada por la Compañía para tal fin, la cual generará un cobro mensual por la disponibilidad del circuito de suplencia, independiente de los consumos registrados en el período de facturación correspondiente, equivalente al cobro de los consumos mínimos de acuerdo con la carga instalada en el circuito de suplencia.


El circuito principal y el de suplencia, deben estar enclavados mediante seccionadores de transferencia, seccionadores dúplex o seccionadores de maniobras y los respectivos controles de demanda, para que solamente puedan servirse de uno de ellos, de acuerdo con la carga solicitada en cada uno.

4.6.7 Medición de circuitos de suplencia

A. Al mismo nivel de tensión

La medición se hace después de los equipos de transferencia, con el único equipo de medida instalado para la cuenta principal, siendo la carga considerada para ambos igual.

B. A diferentes niveles de tensión

 ENERTOLIMA	COMPANÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 96 de 99

La medición se realizará con equipos de medida instalados uno por cada nivel de tensión. Existirá una cuenta principal y una de suplencia con equipos de medida individuales de acuerdo con la carga autorizada para cada nivel de tensión

4.6.7.1 Formas para medir la energía de acuerdo con la carga


Para servicios cuyas cargas sean inferiores a 15 kW, y no sean de tipo inductivo, la medida se hará en baja tensión con medidores electrónicos de energía activa clase 1. Para las cargas de 15 kW hasta 27 kW, se medirá con medidor electrónico de energía activa reactiva con conexión directa. Para cargas con transformador exclusivo mayor de 30 kVA hasta 112.5 kVA se medirá con medidor electrónico de energía activa reactiva clase 1, en conexión semi-directa. Para cargas con transformador exclusivo mayor de 112.5 kVA y menor que 225 kVA se medirá con medidor electrónico de energía activa reactiva clase 0.5, con perfil de memoria y puerto de comunicación, en conexión semi-directa. Para transformadores exclusivos de cualquier capacidad en proyectos con sistemas de bombeo, el medidor debe presentar perfil de memoria y puerto de comunicación.

- Para cargas con transformador exclusivo mayor o igual a 225 kVA, la medida se realizara en nivel 2 y con tres elementos, medidor electrónico de energía activa reactiva clase 0.5, con perfil de memoria y puerto de comunicación,
- Para clientes regulados el medidor, además de lo anteriormente solicitado, debe tener módem.
- Las cargas de alumbrado interno y zonas comunes en conjuntos cerrados, condominios, edificios y cualquier tipo de edificación cuyo uso no sea público, deben ser alimentadas desde una red independiente, medida por un equipo macro-medidor, cuya energía será la diferencia entre la registrada por el macro-medidor y la sumatoria de los registros las medidas parciales.

4.6.7.2 Límites de carga para medición directa

En la selección de los conductores de la acometida, debe tenerse en cuenta que cumpla con los requerimientos de caída máxima de tensión de acuerdo con la norma AE 200. En las siguientes tablas se señalan los calibres mínimos a utilizar.

No.	Sistema de Alimentación	Tensión y corrientes nominales del medidor	Corriente máxima del medidor (A)	Calibre mínimo de la acometida Conductor de cobre THW75°C	Capacidad del Conductor (A)
-----	-------------------------	--	----------------------------------	---	-----------------------------

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 97 de 99

					Monopolar	Trenzado
1	Monofásico bifilar 120 V	1 X120V-20 A 1 x 120V-15A	100 60	2x4 2x6 2x8	76 65 50	71 52 38
2	Monofásico trifilar 120/240 V	2x 120/240V - 20 ^a	80	2x4 + 1x6 2x6 + 1x8 2x8 + 1 x10	85 65 50	
3	Bifásico trifilar 120/208 V	2x120/208V- 15 ^a	100	2x4 + 1x6 2x6 + 1x8 2x8 + 1 x10	85 65 50	
4	Trifásico tetrafilar 120/208 V	3x120/208V- 20 ^a	80	3x4 + 1x6 3x6 + 1x8 3x8 + 1 x 10	85 65 50	91 69 53
5	Trifásico tetrafilar 120/208 V	3x120/208V- 50 ^a	150	3x1/0 + 1x2 3x2 + 1x4	150 115	

Tabla 4.6 Límites de carga para medición directa

4.6.7.3 Límites de carga para medición indirecta en BT

Cargas alimentadas con transformador de distribución de uso dedicado y medida en BT: 120/208 V


No.	Capacidad del transformador kVA	Corriente nominal B.T.(A)	Transformadores de Corriente	Medidor	Calibre mínimo de acometida Cobre THW 600 V	Capacidad de los conductores (A)
1	45	125	3 x 150/5	3x 120/208 V 5A	3x1/0+1x2/0	150
2	75	208	3 x 200/5	3x 120/208 V 5A	3x4/0+1 x4/0	230
3	112,5	312	3 x 300/5	3x 120/208 V 5A	3x500+1x250	380
4	150	416	3 x 400/5	3x 120/208 V 5A	6x4/0+3x4/0	460

Tabla 4.7 Límites de carga para medición indirecta B.T

4.6.7.4 Límites de carga para medición indirecta

A Cargas alimentadas con redes de MT (13,2 kV)

No.	Capacidad de transformación kVA	Corriente primaria nominal (A)	Transformador de corriente	Medida en tres elementos	
				Transformador de potencial	Medidor

	COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 98 de 99

1	112,5	4.9	5:5	13200/ $\sqrt{3}$ - 120/ $\sqrt{3}$ V	3x 115/208V 5A
2	150	6.5	7,5:5		
3	225	9.8	10:5		
4	300	13,2	15:5		
5	400	17.49	20:5		
6	500	21,86	30:5		
7	600	26,24	30:5		
8	800	34,99	40:5		
9	1000	43,73	50:5		
10	1400	61,23	75:5		

Tabla 4.8 Cargas alimentadas en MT-13,2 kV

4.6.7.5 cargas alimentadas con líneas media tensión de 34,5 kV

No	Capacidad de transformación kVA	Corriente primaria nominal (A)	Transformador de Corriente	Medida en tres elementos	
				Transformador de potencial	Medidor
1	1400	23,4	30:5	34,5/ $\sqrt{3}$ kV-115/ $\sqrt{3}$ V	3x115/208V 5A
2	1500	25,1	30:5		
3	2000	33,5	30:5		
	3000	50,0	60:5		
5	4000	66,9	60:5		
6	5000	87,7	100:5		
7	6000	100,4	100:5		

Tabla 4.9 Cargas alimentadas en MT-34,5 kV


Las cargas alimentadas hasta tensiones de 34,5kV, se medirán por medio de transformadores de tensión y de intensidad con medidor electrónico de energía activa y reactiva con modem para tarifa horaria y con registro de demanda máxima para el medidor de activa de tres elementos.

Para la definición de $I_{básica}$ y la $I_{máxima}$, en los medidores de energía, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Dado que la corriente secundaria de los TC que utiliza la Compañía para grandes consumidores, es 5A, este valor es el que aparece impreso en la placa de características de los medidores, y como la máxima corriente permitida por los TC es del 120% equivalente a una $I_{máxima}$ del secundario de grandes consumidores, por consiguiente los valores fundamentales para la selección de un medidor en lo referente a la corriente son:

$I_{básica}$: Corriente Básica. Valor de la corriente en función de la cual, se fijan los parámetros para hacer las pruebas al medidor $I_b = 1,5$ A.

$I_{máxima}$: Corriente máxima. El mayor valor de corriente en la cual el medidor debe cumplir con su requisito de precisión. $I_{MÁXIMA} = 6$ A.

 ENERTOLIMA	COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP	CAPÍTULO IV
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	FECHA: ABRIL 2011
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	PÁGINA: 99 de 99

I_{nominal} : Valor de la corriente con el cual se fija el desempeño correspondiente de un medidor operado con transformador.

En el siguiente cuadro se resume los tipos de tarifas y medidores utilizados para los servicios con tarifa industrial, donde las tarifas dependen del nivel de tensión.

CARGA	NIVEL DE TENSIÓN V_N	TIPO DE TARIFA	HORARIO	RELOJ DE CAMBIO	MEDIDOR ACTIVA CON DEMANDA MAX	MEDIDOR ENERGÍA REACTIVA
< 55 KW	$V_N < 1\text{kV}$	SENCILLA	00-24	NO	NO	NO
$\geq 55\text{KW}$ <150KVA	$V_N < 1\text{kV}$	DOBLE	16-22 0-16 Y 22-24	SI	SI	SI
$\geq 150\text{ kVA}$ <1400kVA	$1\text{kV} < V_N < 13,2\text{ kV}$	DOBLE	16-22 0-16 Y 22-24	SI	SI	SI
$> 1400\text{ KVA}$ $\leq 6000\text{ KVA}$	13,2 $\text{kV} < V_N < 34.5\text{kV}$	TRIPLE	16-22 06-16 22-06	SI	SI	SI
$> 6000\text{ KVA}$	$V_N < 34.5\text{kV}$	TRIPLE	16-22 06-16 22-06	SI	SI	SI

Tabla 4.10 Tipos de tarifa y medidores