



CRITERIOS DE DISEÑOS PARA PROYECTOS ELÉCTRICOS

REDES MT/BT

Agosto 2018

División de Ingeniería, Licencias y Obras M.T

Versiones

VERSIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA
1	Versión Original	07-Octubre-2017

Contenido

1. OBJETO	4
2. ALCANCE.....	4
3. DEFINICIONES	4
4. CONDICIONES GENERALES	4
4.1 Normatividad y Aspectos Regulatorios	4
5. PARAMETROS DE DISEÑOS	5
5.1 Niveles de Tensión Estandarizados	5
5.2 Regulación de Tensión.....	5
5.3 Redes Aéreas MT/BT	5
5.3.1 Tipos de Estructuras MT/BT.....	5
5.3.2 Suministro M.T. Para Grandes Clientes Residencial	6
5.3.3 Derivaciones Para Redes en M.T.	6
5.3.4 Materiales Para Redes Aéreas M.T. / B.T.	6
5.4 Redes Subterráneas MT/BT.....	8
5.4.1 Cajas de Inspección	8
5.4.2 Canalizaciones y Bancos de Ductos	8
5.4.3 Materiales de Redes Subterráneas.....	9
5.5 Equipos de Protección y de Maniobra	10
5.6 Puesta a Tierra	11
5.7 Acometida en B.T.	11
5.8 Bus Barras.....	12
5.9 Medidores.....	12

1. OBJETO

Establecer las consideraciones técnicas mínimas aplicable a los diseños eléctricos a desarrollar y presentar al operador de red.

2. ALCANCE

El alcance de este documento es aplicable a:

- Aspectos generales de diseño eléctrico
- Redes de media tensión aérea y subterránea
- Centros de transformación
- Redes de baja tensión aérea y subterránea
- Protecciones eléctricas
- Sistemas de protección contra descargas atmosféricas.

3. DEFINICIONES

Estas definiciones se encuentran en el glosario unificado de términos que se encuentra en la intranet de la organización y puede ser consultado en el Sistema Normativo:

http://sp-corporativo/sitios/Sistema_Normativo/WebPages/Buscador.aspx

4. CONDICIONES GENERALES

La aplicación de los criterios de diseño de ingeniería debe estar acorde con las normas de construcción, criterios técnicos desarrollados por el Grupo ENEL, especificaciones técnicas y procedimientos operativos vigentes, que garanticen el funcionamiento seguro y confiable para la operación de los Sistemas de Distribución.

Por lo anterior, todos los proyectos que involucre el desarrollo de ingeniería deben considerar los aspectos corporativos, regulatorios, normativos y técnicos expuestos en este documento.

4.1 Normatividad y Aspectos Regulatorios

Los aspectos regulatorios y normativos que aplican para el sistema de Media Tensión de CODENSA S.A. ESP, se pueden clasificar en dos grupos, Redes de Distribución y Subestaciones de Distribución.

La normativa que debe cumplir es la siguiente:

- Leyes y reglamentaciones (Reglamentación RETIE).
- Normas internacionales IEC, ANSI, etc.
- Normas Nacionales como el Código Eléctrico Colombiano NTC-2050, NTC4552, etc.
- Especificaciones técnicas corporativas

- Normas de construcción de CODENSA TOMO I, II, III, IV, V, VI Y VII

5. PARAMETROS DE DISEÑOS

5.1 Niveles de Tensión Estandarizados

Los niveles de tensión estandarizados en las redes de distribución de influencia de CODENSA S.A. ESP están descritos en la norma LA008-2 Niveles de Tensión Para Distribución así mismo, se puede consultar el método para definir el nivel de tensión de conexión a clientes que se tiene publicado en el siguiente link.

http://likinormas.micodensa.com/Norma/otros/niveles_tension_conexion_cargas_clientes

5.2 Regulación de Tensión

Para el cálculo de regulación se debe tener en cuenta los criterios definidos en la NTC 2050 y la regulación máxima permitida en las redes de distribución de influencia de CODENSA S.A. ESP se tiene en la norma CODENSA “GENERALIDADES 7.1” numeral 7.1.6.

5.3 Redes Aéreas MT/BT

Para la construcción de redes aéreas urbanas se debe verificar el POT del municipio o ciudad respectiva dado que no en todos los casos se pueden construir este tipo de redes.

La ruta de la red debe ser en general, de fácil acceso para su construcción, inspección visual y mantenimiento. Se debe evitar el cruce por terrenos inaccesibles como: montañas muy empinadas, pantanos y humedales, áreas cultivadas, fallas geológicas, reservas forestales, etc. De igual forma se debe tratar de garantizar en lo posible que las redes de distribución pasen por espacios públicos, de no ser posible, se debe garantizar el permiso con el dueño o los dueños del predio o los predios afectados.

Por confiabilidad eléctrica en lo posible se debe evitar compartir infraestructura de circuitos independientes (dobles circuitos), con excepción de estructuras con circuitos en red compacta y/o red con cable totalmente aislado (red cuádruplex). Todas las estructuras deben estar debidamente identificadas y georeferenciadas.

En las esquinas de manzana no se deben realizar cruces de redes en forma diagonal, ni la instalación de equipo de maniobras, centros de transformación o barrajes o estructuras de seccionadores, seccionadores, reconectores o interruptores.

5.3.1 Tipos de Estructuras MT/BT

La selección de los tipos de estructura será acorde al trazado de cada ruta, considerando los ángulos de deflexión de la línea, vanos, facilidades físicas de terreno y distancias de seguridad según RETIE.

Los tipos de estructuras se deben seleccionar de acuerdo a las normas estandarizadas por el operador de red disponibles en <http://likinormas.micodensa.com/> Tomo I Líneas Aéreas Urbanas de Distribución MT BT y Tomo II Líneas Aéreas Rurales de Distribución MT BT, de acuerdo con las características técnicas de estos tipos de estructura (curvas de utilización, vano peso máximo y mínimo, ángulo de deflexión, etc.)

En general las estructuras M.T. normalizadas en CODENSA S.A. ESP son las siguientes

- **Bandera:** Su uso es principalmente en aéreas urbanas, para aumentar las distancias de seguridad con respecto a edificaciones.
- **Horizontal:** Su uso es en áreas urbanas, donde no hay restricciones de distancias de seguridad.
- **Triangular:** Su uso es en áreas rurales, donde se requieren vanos más largos que en el casco urbano.

La distancia entre vanos dependerá del cálculo de los árboles de carga que se presenten en el diseño y distancias mínimas de seguridad de acuerdo con el reglamento RETIE.

5.3.2 Suministro M.T. Para Grandes Clientes Residencial

La derivación típica desde la red aérea a la subestación se realizara de acuerdo con la norma LA228 circuito primario sencillo construcción tangencial con derivación subterránea.

5.3.3 Derivaciones Para Redes en M.T.

Para las derivaciones en MT se utiliza la norma LA207 o LA208; para los casos donde la sumatoria de cargas sean mayores o iguales a 2MVA se debe utilizar un reconectador o interruptor para limitar la corriente.

5.3.4 Materiales Para Redes Aéreas M.T. / B.T.

5.3.4.1 Postes

Se pueden utilizar Postes de Concreto (ET201), metálicos (ET208) o de fibra de vidrio seccionados (ET205) para zonas de difícil acceso. Para seleccionar los postes y estructuras de acuerdo a los ángulos de deflexión, tipo de red y nivel de tensión se puede referir a las normas:

- LA010 “Utilización de Postes y Templetes”
- LA010-1 “Utilización de Postes y templetes para red área aislada de media tensión”,
- LAR 273-1 “Utilización de Postes y templetes estructura en H de retención horizontal con crucetas de 6 mts”
- LAR 243-1 “Utilización de Postes y templetes estructuras de retención horizontal en tres postes”
- LAR274-1 “Utilización de Postes y templetes estructuras de retención horizontal en tres postes con cruceta de 6 mts”

La cimentación de los postes se realizara de acuerdo con las normas LA009 y LA009-1 y la profundidad de enterramiento será la definida en la norma LA009

5.3.4.2 Conductores Redes Aéreas M.T.

Los conductores estandarizados por CODENSA S.A. ESP son:

5.3.4.2.1 Red Aislada

Para los conductores de red aislada, se usarán los conductores indicados en la especificación global GSCC008: Medium voltaje aerial bundled cable. A continuación, se mencionan los calibres usados tanto para redes de 34,5 kV como para redes de 11,4 y 13,2 kV:

Tensión nominal (kV)	Calibre (mm ²)
15	70, 95, 120, 185
35	95, 120, 185

5.3.4.2.2 Red Desnuda

Para los conductores de red aislada, se usarán los conductores indicados en la especificación global GSC003: Concentric lay stranded bare conductors. A continuación, se mencionan los calibres utilizados en estos tipos de redes:

Tipo	Calibre AWG	Calibre kcmil
ACSR	2, 1/0, 2/0, 4/0	266.8

5.3.4.3 Conductores Redes Aéreas B.T.

Los conductores utilizados en redes aéreas de baja tensión están definidos de acuerdo a la especificación global GSCC009: Low voltaje aerial bundled cables. A continuación, se referencian los usados por CODENSA SA ESP:

#	GSC009/XXX	SAP	Descripción
1	GSCC009/005	6762330	Neutro Auto soportado Al 1x35+54,6 mm ²
2	GSCC009/006	ALV2	Neutro Auto soportado Al 2x25+54,6 mm ²
3	GSCC009/007	ALV3	Neutro Auto soportado Al 2x50+54,6 mm ²
4	GSCC009/008	ALV4	Neutro Auto soportado Al 3x25+54,6 mm ²
5	GSCC009/009	ALV5	Neutro Auto soportado Al 3x35+54,6 mm ²
6	GSCC009/011	ALV6	Neutro Auto soportado Al 3x70+54,6 mm ²
7	GSCC009/012	6762329	Neutro Auto soportado Al 3x95+54,6 mm ²
8	GSCC009/013	ALV7	Neutro Auto soportado Al 3x150+80 mm ²

5.3.4.4 Cable de Guarda

El cable de guarda será de acero galvanizado, y la pertinencia de su uso dependera del análisis de riesgo atmosférico que se realice. El cable de guarda debe cumplir la especificación técnica norma E-MT-020 y deberá cumplir con las normas técnicas de CODENSA Tomo II Líneas Aéreas Rurales de MT y BT (LAR).

http://likinormas.micodensa.com/Norma/lineas_aereas_rurales_distribucion/indice_lineas_aereas_rurales/indice_lineas_aereas_rurales

5.3.4.3 Templatees

Las retenidas o templatees se usarán en estructuras de final de circuito o cuando hay cambio de dirección dependiendo de las condiciones del trazado de la línea y de las condiciones de utilización de los mismos acorde con las normas indicadas en el numeral 5.3.4.1 Postes. Desde el punto de vista de norma de construcción la forma de instalación se deberá cumplir con lo indicado en las normas LA- 410 o LAR- 410, deberán cumplir la especificación técnica norma CODENSA S.A. ESP E-MT020.

En el caso en que se dificulte la instalación de templatees se deben utilizar postes autosoportados bajo norma CODENSA S.A. ET201 “Postes de Concreto” y ET208 “Postes Metálicos”

La localización de los templete no debe obstaculizar el tránsito vehicular tales como ingresos a garajes, ni tránsito peatonal como ingresos a casas ni deberán invadir predios privados

http://likinormas.micodensa.com/Norma/lineas_aereas_rurales_distribucion/indice_lineas_aereas_rurales/indice_lineas_aereas_rurales

http://likinormas.micodensa.com/Norma/lineas_aereas_urbanas_distribucion/indice_lineas_aereas_urbanas/indice_lineas_aereas_urbanas

5.3.4.4 Descargadores de Sobretensión

Los descargadores de sobretensión (DPS) deben cumplir la norma CODENSA S.A. ESP E-MT-031 y estar de acuerdo con RETIE Art 20.14. Se requiere instalar DPS en toda transición de línea aérea en cable desnudo a cable aislado o semiaislado, en caso de que los DPS estén adosados al transformador en ningún caso se permitirá que esté o estén instalados en la parte frontal del equipo evitando así que la conexión de los DPS quede demasiado cerca de los bornes de baja tensión.

5.4 Redes Subterráneas MT/BT

5.4.1 Cajas de Inspección

Las cámaras usadas para inspección de redes M.T./ B.T. y su uso se debe basar en la norma CODENSA CS150 “Distribución típica de ductos y cámaras”, así mismo se debe consultar la norma CS270 que resume el tipo de cámaras a construir. Para los ductos adosados a techo se usan las cajas CS287 y CS287-1 que generalmente se ubican al interior de los desarrollos industriales, comerciales y de urbanismo.

En general las cajas de inspección utilizadas son:

CS275 para el paso de la red, no debe presentarse cambio de dirección y solo admite el ingreso de ductos por dos caras opuestas; si se presenta cambio de dirección de la canalización se debe proyectar una cámara CS276. Si el cambio de dirección es solo para BT o AP se permite CS-275 en sentido transversal acorde con CS150.

CS276 Para el paso y cambio de dirección de red o cuando la cantidad de cables lo amerita o cuando se tiene banco de hasta ductos 9 Ø 6”

CS280 usada cuando no existen espacios suficientes en el andén y se debe construir en la calzada de la vía o en accesos vehiculares, esta cámara puede tener salidas de ductos por las cuatro caras;

CS277 para múltiples acometidas en media tensión que puede tener derivación a canalizaciones CS290 cuyo uso es exclusivo para alojar seccionadores de maniobra; dependiendo de la necesidad.

5.4.2 Canalizaciones y Bancos de Ductos

Los planos eléctricos deben incluir la información de las obras civiles necesarias para el tendido, la inspección y la posible expansión de las redes de media tensión subterráneas del sector donde se desarrolla el proyecto con base en los siguientes aspectos:

Las canalizaciones para las redes de media tensión del operador, hacen referencia a la excavación que se debe realizar en torno al proyecto, dentro del proyecto o en los espacios públicos donde se tienden los ductos y posteriormente los conductores eléctricos que llevarán el servicio de energía eléctrica. Estos ductos deben ser en PVC-TDP CS-200 Características de ductos corrugados de PVC o en acero galvanizado (IMC) para transiciones aéreo-subterráneas, cruces de líneas férreas, adosadas a puentes o adosadas a techo norma CS202.

Las canalizaciones para la red de media tensión en espacio público se dispondrán de acuerdo a lo que se plantea en la norma CS150 “distribución típica de ductos y cámaras”.

http://likinormas.micodensa.com/Norma/cables_subterraneos/generalidades_cs/cs150_distribucion_tipica_ductos_camara

Para detalle del índice de las normas relacionadas con infraestructura subterránea se encuentra disponible en el portal web empresarial.

http://likinormas.micodensa.com/Norma/cables_subterraneos/indice_cables_subterraneos/indice_cables_subterraneos

Para las transiciones aéreo-subterráneas, se debe consultar las generalidades capítulo 3.4.1, en donde se relacionan las posibles salidas de media tensión con su respectiva norma y deben llevar a pie de poste una cámara CS275, CS276 o CS290 de acuerdo a las necesidades de la obra.

Tabla 1. Transiciones

Descripción	Normas
Redes Subterráneas	CSGENERALIDADES 3.4.1, CS400, CS440

Para la construcción de las canalizaciones y las recuperaciones de las zonas intervenidas sean en asfalto, concreto, zonas verdes, vías peatonales o andenes se debe tener en cuenta la norma CS203 “Construcción de canalizaciones eléctricas” la cual garantiza el tratamiento adecuado de los rellenos sobre la excavación previamente adelantada.

5.4.3 Materiales de Redes Subterráneas

5.4.3.1 Barrajes subterráneos B.T.

Se utilizarán barrajes en baja tensión con ET 722 en general para las derivaciones en B.T. que se instalan en cajas de inspección CS276, no se permite instalarlos en CS280 y CS281 para evitar atrapamientos al manipularlos de acuerdo la norma CS340.

5.4.3.2 Conductores M.T. Subterráneos

Se deben utilizar los cable subterráneos de acuerdo a la especificación global GSC001:. A continuación se mencionan los calibres utilizados:

Tensión nominal (kV)	Calibre (mm ²)
15	95, 150, 185, 240
35	240

5.4.3.3 Conductores B.T. Subterráneos

Se deben utilizar conductores de baja tensión subterráneos bajo la especificación global GSC002: Low voltage underground cables. En la siguiente tabla se pueden observar los cables utilizados por la empresa:

#	GSC002/XXX	SAP	Descripción
1	GSC002/003	ULV11	Cable subterráneo BT AA-8000 XLPE 1x25 mm ²
2	GSC002		Cable subterráneo BT AA-8000 XLPE 1x50 mm ²
3	GSC002		Cable subterráneo BT AA-8000 XLPE 1x95 mm ²
4	GSC002/008	ULV4	Cable subterráneo BT AA-8000 XLPE 1x150 mm ²
5	GSC002/009	ULV10	Cable subterráneo BT AA-8000 XLPE 1x240 mm ²

5.5 Equipos de Protección y de Maniobra

Los equipos de protección y maniobra que se seleccionan dependiendo de la necesidad del sistema, pueden ser: seccionadores, seccionalizadores, reconectadores, interruptores y en los casos donde los proyectos no son red de uso cajas de maniobra, son dispositivos ubicados y distribuidos a lo largo de la red eléctrica con el fin de brindar un servicio continuo a los clientes por medio de maniobras, buscando trasladar cargas y/o aislar el tramo en falla y de esta forma reducir la duración y afectaciones de las interrupciones.

La instalación de estos equipos es aconsejable en la mayoría de los circuitos ya sean urbanos, semiurbanos o rurales. En las zonas urbanas se justifica su instalación debido a la alta densidad de cargas, así como al gran número de alimentaciones alternativas (suplencias). En las redes rurales se puede justificar debido a las altas tasas de fallas de los tramos y las considerables reducciones en tiempo de indisponibilidad que se obtienen al instalarlos

Los equipos de maniobras se requerirán en los siguientes casos:

- **Reconectadores:** Equipos usados en redes aéreas; que permiten operar el circuito en condiciones de corto, así como también hacer coordinación de protecciones en el circuito.
- **Caja de maniobra tipo pedestal:** Son seccionadores tripolares de operar bajo carga y son usados normalmente con transformadores tipo pedestal y para hacer derivaciones de red subterránea en MT y se utilizan cuando las redes no son de

uso de se deben usar solo celdas con medio de aislamiento en SF6 preferiblemente para facilitar la tele gestión.

- **Celdas con seccionamiento bajo carga:** Son seccionadores preferiblemente en SF6 de operación tripolar bajo carga y se usan para protección a transformador o para derivar en redes de MT subterráneas.
- **Interruptores:** Equipos de operación tripolar que permiten operar bajo carga y en condición de corto y permite realizar coordinación de protecciones en el circuito
- **MV POLE MOUNTED SWITCH-DISCONNECTORS (IMS) SECCIONALIZADOR:** Son equipos que permiten hacer operación tripolar bajo carga, pero no operación en condición de corto circuito.

NOTA: La viabilidad del uso de cada uno de estos dispositivos se determinará en la etapa de diseños en conjunto con CODENSA S.A. ESP

5.6 Puesta a Tierra

La puesta a tierra de los elementos de las redes aéreas se hará de acuerdo con las recomendaciones dadas en las normas LA400 y LAR400, entre las que se destacan las siguientes:

- Postes metálicos y estructuras metálicas deberán ser puestos a tierra.
- Los cables mensajeros de las redes compactas o trenzadas deben ser aterrizados cada 100m.
- El cable de guarda deberá ser aterrizado en todas las estructuras.
- Las carcasas de los equipos (Reconectores, seccionalizadores, etc) deben ser puestas a tierra.
- Para la malla de puesta a tierra de los centros de transformación en general se utiliza como método de cálculo el establecido en la IEEE 80 sin embargo se puede utilizar métodos finitos en dado caso de requerirse garantizando que se cumpla con las tres variables principales exigidas por RETIE (Tensión de paso, tensión de contacto y resistencia de puesta a tierra)

5.7 Acometida en B.T.

Las acometidas son derivaciones de la red que llegan hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

Se debe seleccionar el tipo de la acometida de acuerdo con su corriente máxima y por el tipo instalación de la red de distribución: aérea o subterránea.

El cable utilizado en la acometida debe soportar la corriente máxima y garantizar que los valores de caída de tensión no sean superados en condiciones normales de operación.

La selección del cable de acometida depende de la carga instalada y la disposición (aérea o subterránea). En la norma codensa AE202: Acometida aérea de baja tensión, se considera el calibre de la acometida aérea de acuerdo con la carga contratada. En el caso de acometidas subterráneas se utiliza la norma codensa AE229: Acometidas subterráneas de baja tensión.

Se puede conectar el cable de la acometida al cable de la red de distribución con un conector o a través de una barra o por medio de una caja de múltiples conexiones (caja de derivación).

Cada acometida debe tener asociada una protección, que evite que las fallas producidas al interior de la propiedad del cliente afecten la red de distribución. Los equipos de protección deben ser instalados cerca y aguas abajo de los equipos de medida.

Las acometidas de BT podrán ser aéreas para cargas menores a 15 KW. Siempre y cuando haya disponibilidad en la red existente.

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.

5.8 Bus Barras

El bus de barras es un sistema de distribución eléctrico de baja tensión mediante elementos prefabricados compuestos por ramales (bus) de barras recubiertos de una carcasa protectora, incluyendo tramos rectos, ángulos, dispositivos y accesorios. Según el NEC (Art 364-2 BARRAS COLECTORAS (BUSWAYS)) es una estructura cubierta o envoltura metálica puesta a tierra conteniendo conductores aislados o desnudos instalados en fábrica que usualmente son barras, varillas o tubos de cobre o aluminio. En general siempre se deberá cumplir con la especificación técnica de CODENSA ET126 "Bus de Barras" que se puede consultar en likinormas y se deberá cumplir con los artículos de RETIE específicos para Bus de Barras. El bus de barras es un equipamiento que no hace parte de lo activos de CODENSA

5.9 Medidores

Para el cálculo y la instalación de los medidores en general se deben tener cuenta todas las normas descritas en el tomo 7 de normas CODENSA S.A. ESP de las cuales se resaltan las siguientes: generalidades 7.4.2 "Formas de medir la energía según la carga contratada", generalidades 7.4.3 "Medidores utilizados por CODENSA", resolución CREG 038 de 2014 "Código de medida", así mismo se resaltarán los siguientes conceptos por su importancia en la revisión de diseños:

- Cuando las bombas contra incendio requieran medida, esta debe ser de tipo semidirecta y los CTs deben ser tipo ventana nunca barra pasante.

- En los casos en que los armarios de medidores se ubiquen en pisos diferentes a la subestación, se debe proyectar medida concentrada ET927
- Los medidores en baja tensión deben ser siempre doble canal cuando hay respaldo total.
- Cuando se proyectan macromedidores los CTs siempre debe ser de tipo ventana.
- Para medidas indirectas, se debe garantizar que la relación de transformación entre CTs y PTs sea equivalente con la potencia nominal del transformador seleccionado.