OPERACIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE BOGOTÁ

DIEGO ANDRÉS ALONSO SOSSA
HAROLD LIZARAZO RODRIGUEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERÍA ELÉCTRICA (CICLOS PROPEDÉUTICOS)
BOGOTÁ D.C.
2019

OPERACIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE BOGOTÁ

DIEGO ANDRÉS ALONSO SOSSA
HAROLD LIZARAZO RODRIGUEZ

Monografía para optar por el título de:
Ingeniero Eléctrico

Directora del proyecto:
Mgtr. Marcela Martínez Camargo

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERÍA ELÉCTRICA (CICLOS PROPEDÉUTICOS)
BOGOTÁ D.C.
2019

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma directora

_____

Firma jurado

_____

Firma ponente 1

_____

Firma ponente 2

_____

Fecha de aprobación

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado, para optar al título de Ingeniero Eléctrico, lo dedicamos a nuestras familias por el apoyo incondicional durante este camino y la paciencia necesaria para poder lograr este luchado y anhelado sueño.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente, el agradecimiento a Dios que permite cumplir cada objetivo y meta que nos trazamos, a nuestros profesores los cuales en el transcurso de la carrera han brindado la mayor calidad en sus conocimientos y un agradecimiento especial a la profesora Marcela Martínez, quien con su experiencia y profesionalismo fue de gran ayuda para la realización del presente trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

OPERACIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE BOGOTÁ..... 1
RESUMEN..... 12
INTRODUCCION..... 13
1. TIPOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICAS EXISTENTES EN BOGOTÁ. 14
1.1. Clasificación según su construcción. 16
1.1.1. Redes de distribución aérea. 16
1.1.2. Redes de distribución subterránea. 20
1.2. Clasificación de acuerdo con su ubicación geográfica. 22
1.2.1. Redes de distribución urbanas 22
1.2.2. Redes de distribución eléctricas rurales. 26
1.3. Clasificación respecto a su tensión primaria. 28
1.3.1. Redes de 34.5 [kV]. 28
1.3.2. Redes de 11.4 [kV]. 28
1.4. Clasificación respecto a su tensión secundaria. 28
1.4.1. Monofásico trifilar 240/120 [V]. 28
1.4.2. Trifásico tetrafilar 208/120 [V]. 29
1.4.3. Trifásico tetrafilar 380/220 [V]. 29
1.4.4. Trifásico 480/277 [V] en estrella y Trifásico 480/240 [V] en delta. 29
1.5. Clasificación de acuerdo con el tipo de cargas. 29
1.5.1. Cargas residenciales. 29
1.5.2. Cargas comerciales. 29
1.5.3. Cargas industriales. 30
1.5.4. Cargas de alumbrado público. 30
1.5.5. Cargas mixtas. 30
2. TIPOS DE OPERACIÓN QUE SE REALIZAN EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN EN BOGOTÁ. 32
2.1. Mantenimiento correctivo. 34
2.1.1. PQR (Petición, quejas y reclamos). 34
2.1.2. Atención a fallas sobre la red MT/BT. 34
2.2. Mantenimiento preventivo. 34
2.2.1. Trabajos CREG 038 (Código de Medida). 34
2.2.2. Solución de defectos de red. 35
2.2.3. Trabajos a terceros. 35
2.3. Trabajos de inversión. 35
2.3.1. Remodelación de circuitos existentes. 35

2.3.2. Construcción de nuevos circuitos. 35
2.3.3. Instalación de equipos nuevos sobre la red. 35
2.3.4. Remodelación de subestaciones existentes. 36
2.3.5. Conexión de clientes nuevos a la red. 36
2.4. Tipos de trabajos realizados sobre la red eléctrica. 37
2.4.1. Trabajos sin tensión o en línea desenergizada. 37
2.4.2. Trabajos en tensión o red energizada. 44
2.4.3. Tipificación de trabajos conforme al proceso y tipo de intervención sobre la red 48
2.5. Tipos de operación realizados sobre las redes de distribución eléctrica de Bogotá..... 50
2.5.1. Planeación. 50
2.5.2. Construcción. 50
2.5.3. Operación. 51
2.5.4. Mantenimiento 51
3. MARCO NORMATIVO APLICADO EN LA OPERACIÓN DE LAS REDES. 53
3.1. Normatividad y aspectos legales a tener en cuenta en la planeación y construcción. 55
3.1.1. RESOLUCIONES CREG 55
3.1.2. Normas ENEL CODENSA 57
3.1.3. RETIE 58
3.1.4. Norma técnica colombiana (NTC) 60
3.2. Normatividad para tener en cuenta en la operación y mantenimiento de las redes de distribución. 61
3.2.1. RETIE 61
3.2.2. LEY 9 DE 1989 62
3.2.3. CREG 070 de 1998 62
3.2.4. Indicadores de la calidad del servicio prestado 64
4. ACTIVIDADES, RECURSOS Y EQUIPOS DE ACUERDO CON EL TIPO DE OPERACIÓN. 70
4.1. Actividades. 72
4.1.1. Definir el Objetivo. 72
4.1.2. Alcance. 72
4.1.3. Responsabilidades. 72
4.1.4. Generalidades. 72
4.1.5. Elementos de protección personal. 72
4.1.6. Equipos y herramientas. 72
4.1.7. Descripción de actividades. 72

4.2. Resumen de algunas de las actividades más comunes ejecutadas en las redes de distribución eléctrica de Bogotá. 73
4.2.1. Cambio de postes en línea energizada. 73
4.2.2. Cambio de seccionador tipo cuchilla con apoyo de línea energizada. 82
4.2.3. Cambio de red aérea de media tensión en línea desenergizada. 92
4.2.4. Descripción de trabajo para desenergización de transformadores de distribución. 94
4.2.5. Descripción de trabajo para Cambio y Montaje de Transformadores en Redes Aéreas con Aparejo. 96
4.3. Tareas necesarias para la planeación de trabajos sobre las redes de distribución eléctrica de Bogotá. 100
4.3.1. Identificar la necesidad de posibles baterías para pacientes oxigeno dependientes. 100
4.3.2. Validar posibles escenarios en los cuales se requiera suministrar grupos electrógenos a clientes o alimentar otro tipo de cargas indispensables. 100
4.3.3. Maquilladora o rotuladora. 100
4.3.4. Pruebas VLF (Very Low Frecuency) de cables subterráneos. 101
4.3.5. Trazadores de cables para realizar seguimiento a redes subterráneas sin hacer levantamiento de tapas de cámaras. 101
4.4. Aspectos para tener en cuenta al construir redes de distribución eléctrica en Bogotá. 101
4.4.1. Reconocer normas constructivas del operador de Red. 101
4.4.2. Apreciaciones preliminares. 102
4.4.3 Materiales y equipos. 102
4.5. Recursos técnicos, logísticos y humanos. 102
4.5.1. Vehículos certificados conforme a la actividad. 103
4.5.2. Equipos de protección personal y protección colectiva. 103
4.5.3. Competencias del personal técnico. 104
4.5.4. Herramientas 105
4.6. Tareas necesarias para la operación y mantenimiento de las redes de distribución eléctrica de Bogotá 105
4.6.1. Reconocer si el escenario de operación requiere apoyo de vactor o motobombas para desagüe de cámaras o subestaciones subterráneas. 105
4.6.2. Apoyos de grupos técnicos en otras especialidades como obras civiles o podas. 106
4.6.3. Proceso de mantenimiento correctivo en redes de distribución. 106
5. PERMISOS REQUERIDOS PARA EJECUCIÓN DE TRABAJOS. 107
5.1. Evidenciar los casos en los cuales se hace necesario tramitar permiso para ingreso a predios a fin de ejecutar maniobras sobre la red de distribución eléctrica de Bogotá. 109
5.1.1. Maniobras sobre subestaciones de tipo local en edificaciones privadas. . 109

5.1.2. Maniobras sobre redes aéreas en predios de entidades públicas o privadas. 109
5.1.3. Maniobras que contemplan afectación a clientes institucionales. 109
5.1.4. Afectación a clientes de otro comercializador. 109
5.2. Identificar los casos en los cuales se hace necesario tramitar permiso con entidades como Movilidad, gas, acueducto, IDU, entre otros, a fin de ejecutar maniobras sobre la red de distribución eléctrica de Bogotá 109
5.2.1. Permisos para la intervención de vías locales y secundarias de la ciudad (Planes de manejo de tráfico). 109
5.2.2. Solicitud de planos de infraestructura o apoyo a empresas de gas natural. 111
5.2.3. Solicitud de planos de infraestructura o apoyo a empresas de Acueducto y alcantarillado. 111
5.2.5. Permisos Ambientales ante Corporación Autónoma Regional (CAR) para intervenir zonas declaradas áreas protegidas. 112
5.2.6. Permisos ante el distrito, para intervención de áreas declaradas como patrimonio. 112
BIBLIOGRAFÍA 113

FIGURAS

Figura 1. Estructura general sobre los tipos de redes de distribución eléctricas existentes en la ciudad de Bogotá. 15
Figura 2. Red de distribución eléctrica aérea..... 16
Figura 3. Aislador de suspensión. 19
Figura 4. Aislador tipo carrete. 19
Figura 5. Aislador tipo espigo. 20
Figura 6. Sistemas de distribución secundaria. 22
Figura 7. Esquema con los tipos de operación por los que se interviene la red de media y baja tensión de la ciudad de Bogotá. 33
Figura 8. Equipo nuevo tipo seccionalizador (SZ) instalado sobre la red MT de la ciudad de Bogotá. 36
Figura 9. Apertura de cortacircuitos con pértiga. 38
Figura 10. Retiro de portafusibles en transformador aéreo de distribución. 38
Figura 11. Prueba de ausencia de tensión con probador de proximidad en pértiga. 39
Figura 12. Electrodos de puesta a tierra provisionales para garantizar una zona protegida..... 40
Figura 13. Señalización de zona de trabajo. 41
Figura 14. Trabajo de cambio de red de baja tensión abierta a trenzada en línea desenergizada. 42
Figura 15. Instalación de equipo seccionalizador (SZ) en línea energizada. 48
Figura 16. Esquema de resumen sobre los tipos de operación de las redes de distribución eléctrica de Bogotá..... 52
Figura 17. Esquema marco normativo en los tipos de operación. 54
Figura 18. Indicador SAIDI por operador de red en el año 2018. 65
Figura 19. Indicador SAIFI por operador de red en el año 2018. 67
Figura 20. Diagrama de actividades, recursos y equipos según tipo de operación 71
Figura 21. Identificación y trazado de cables. 101
Figura 22. Imagen de carro canasta para trabajos en línea energizada y grúas. 103
Figura 23. Inspección de equipos de protección personal y colectivos con herramientas. 104
Figura 24. Personal técnico recibiendo capacitación. 105
Figura 25. Permisos más relevantes, de acuerdo con el tipo de operación. 108
Figura 26. Plan de manejo de tráfico en vía secundaria. 110
Figura 27. Apoyo de personal de acueducto en trabajos de instalación de posteria. 111

TABLAS

Tabla 1. Parámetros postes de concreto redes de distribución eléctrica de Bogotá 17
Tabla 2. Normas de centros de transformación para redes aéreas urbanas y rurales 17
Tabla 3. Conductores aislados para distribución subterránea de MT. 20
Tabla 4. Conductores aislados para distribución subterránea de BT. 21
Tabla 5. Cajas de inspección en red subterránea. 21
Tabla 6. Estructuras utilizadas en los circuitos de distribución eléctrica urbanos primarios [34,5 Kv]. 23
Tabla 7. Estructuras utilizadas en los circuitos de distribución eléctrica urbanos primarios 13,2 [kV] y 11,4 [kV]. 23
Tabla 8. Estructuras utilizadas en los circuitos de distribución eléctrica urbanos secundarios. . 25
Tabla 9. Estructuras utilizadas en los circuitos de distribución eléctrica rurales. 26
Tabla 10. Dimensiones generales de los postes metálicos 30
Tabla 11: Redes eléctricas existentes en Bogotá 31
Tabla 12. Clasificación conforme a la fuente de solicitud y tipo de trabajo a ejecutar. 48
Tabla 13. Clasificación conforme a la fuente de solicitud y etapa del proceso al que corresponde. 49
Tabla 14. Zonas de la unidad operativa de Bogotá de ENEL CODENSA. 51
Tabla 15. Normas y especificaciones técnicas ENEL CODENSA. 58
Tabla 16. Tiempos de ocurrencia de eventos. 63
Tabla 17. Clasificación de las interrupciones del servicio de energía. 64
Tabla 18. Cuadro comparativo con implicaciones legales según el tipo de operación. 68

RESUMEN

En este documento se presenta un estudio acerca de los tipos de operación que se llevan a cabo en las redes de distribución de energía eléctrica de la ciudad de Bogotá, iniciando con un análisis de las redes eléctricas existentes en la ciudad, posteriormente se identifican las fuentes de solicitudes, que dan origen a la intervención de la red y se define el tipo de intervención a realizar de acuerdo a cada caso, así mismo, se lleva a cabo una investigación y análisis de las exigencias legales vigentes establecidas por los entes de control, consecutivamente, se describen las actividades, recursos y equipos más relevantes según la planeación, construcción, operación y mantenimiento de las redes de distribución de media y baja tensión, de acuerdo al tipo de labor a efectuar. Finalmente se definen los tramites y permisos ineludibles en cada tipo de intervención de la red de distribución eléctrica de Bogotá.

INTRODUCCION

El presente trabajo de grado busca contribuir con la apropiación del conocimiento por parte de los futuros profesionales del sector eléctrico que buscan profundizar en el proceso de las redes de distribución eléctrica, ya que es en este aspecto donde la formación práctica puede complementarse por medio de trabajos de investigación y la documentación de procesos que requieren de profesionales con experiencia o una gran base de conceptos prácticos sobre el tema.

En el capítulo uno se realiza una contextualización acerca de los tipos de redes de distribución eléctrica que existen en la ciudad, se realiza una clasificación de estas, basándose en su construcción, ubicación geográfica, tensión nominal y tipo de carga de alimentación; al finalizar este capítulo se realiza un cuadro de resumen de este (capítulo 1.4.).

El capítulo 2, describe los diferentes tipos de operación que se realizan sobre las redes de distribución eléctrica de Bogotá, en el mismo se explica detalladamente los diferentes trabajos que se llevan a cabo y su clasificación dentro del esquema del operador de red: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y trabajos de inversión. En el capítulo 2.4 se describen cada uno de los modelos de trabajo, tomando en cuenta el tipo de operación que se realiza en cada uno de ellos.

El capítulo tres abarca el marco normativo que se encuentra inmerso en el desarrollo de estas actividades, como lo son las principales resoluciones CREG, artículos RETIE, secciones de la NTC 2050, las normas y especificaciones de CODENSA expuestas en el capítulo 3.1.2. Como el marco legal en la distribución de energía eléctrica es tan amplio, al finalizar el capítulo 3., se resumen la normatividad más utilizada en conforme a la operación a realizar. Posteriormente, en el capítulo 4 se describen las actividades, recursos y equipos necesarios en cada tipo de operación y en el capítulo 5 se consolidan los permisos requeridos en cada trabajo que se realiza sobre las redes de distribución eléctrica, tales como: permisos de ingreso a predios, permisos ante el IDU para la intervención del espacio público y permisos ambientales ante la CAR.

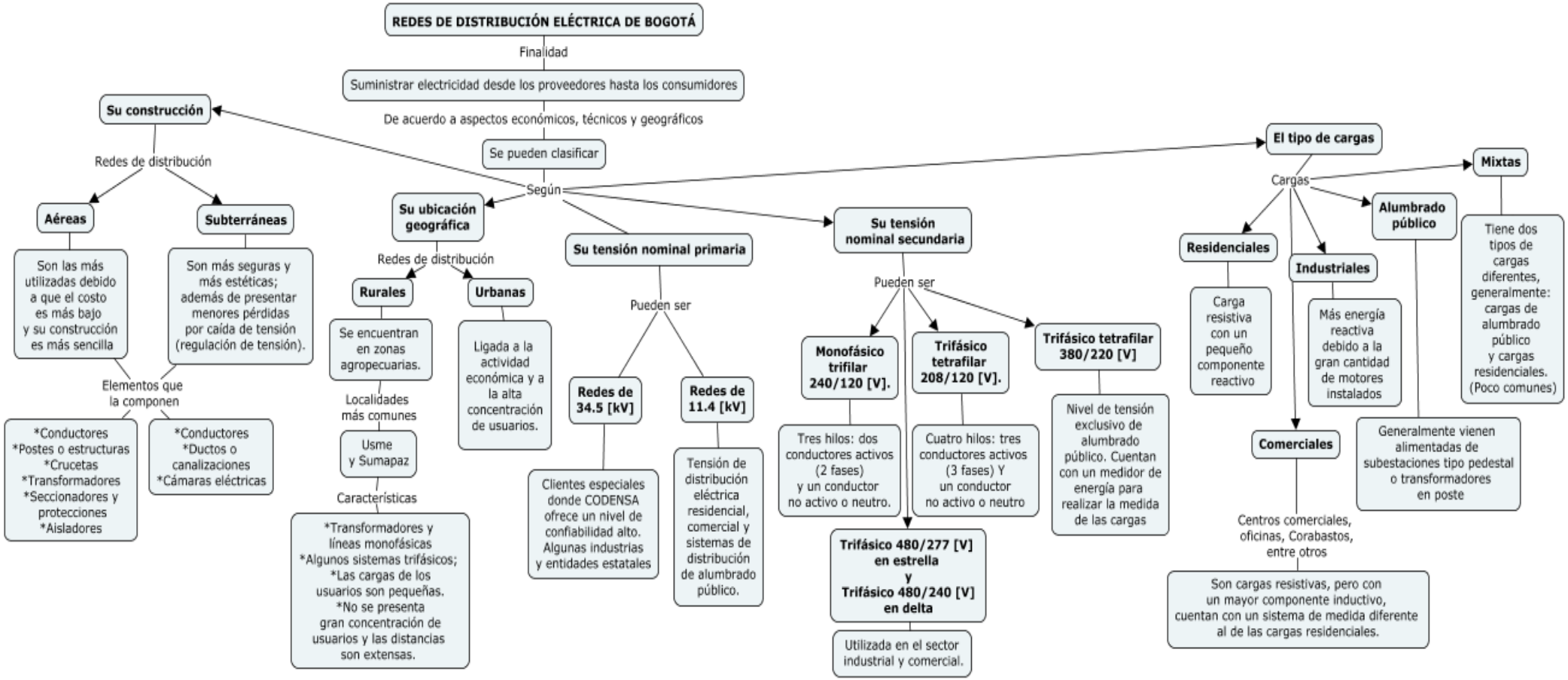
La documentación de la operación de redes es de vital interés en el sector eléctrico, convirtiéndose en una herramienta que contribuya con la ilustración y formación de las comunidades, principalmente los jóvenes que opten por estudiar en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, teniendo en cuenta que el tema a desarrollar describe las principales actividades que se llevan a cabo en las redes de distribución eléctrica de Bogotá y que son propiedad de ENEL CODENSA. La operación de estas redes se encuentra en poder de empresas contratistas que llevan a cabo la construcción, operación y mantenimiento de estas, generando una amplia oferta laboral en este campo.

Actualmente el programa de Ingeniería Eléctrica de la Facultad Tecnológica enfoca el conocimiento de sus profesionales en el dominio teórico de todas las ciencias inmersas en la ingeniería eléctrica. Sin embargo, el modelo profesional actual en algunos de sus campos, como el de la distribución de energía eléctrica, requiere profesionales enfocados en la eficiencia de procesos, evaluación y análisis económicos, dimensionamiento de recursos materiales y humanos, soluciones técnicas a problemas cotidianos, responsabilidad ambiental en los proyectos diseñados o ejecutados con base en los parámetros legales vigentes.

1. TIPOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICAS EXISTENTES EN BOGOTÁ.

Un sistema eléctrico de potencia tiene como finalidad la producción de energía eléctrica en los centros de generación para transportarla hasta los centros de consumo, y así, ser entregada con eficiencia y de una manera segura al consumidor final [1]. Teniendo en cuenta lo anterior y basados en otros aspectos relevantes como económicos, técnicos y geográficos; las redes eléctricas en Colombia se pueden clasificar de diferentes maneras [2]. La Figura 1 ilustra bajo un modelo de mapa conceptual como se estructuran los tipos de redes existentes en la ciudad.

Figura 1. Estructura general sobre los tipos de redes de distribución eléctricas existentes en la ciudad de Bogotá.



Fuente: autores.

Las redes de distribución de energía eléctrica se encuentran clasificadas: de acuerdo con su construcción, ubicación geográfica, tensión nominal y de acuerdo con el tipo de carga. Para el caso del presente documento se tendrá en cuenta la clasificación presentada por el profesor Samuel Ramírez Castaño [2] y la situación actual de la ciudad de Bogotá.

1.1. Clasificación según su construcción.

1.1.1. Redes de distribución aérea.

De acuerdo con datos de ENEL CODENSA, de los 22.645 kilómetros de redes eléctricas que cubren a la ciudad de Bogotá, 8.355 kilómetros corresponden a redes subterráneas, es decir, el 36.9 % [3]. Por ende, las redes aéreas en la ciudad de Bogotá, corresponden a un 63.1%, lo que las convierte en las más utilizadas en el sistema de distribución eléctrica de Bogotá, además, desde el punto de vista técnico, la construcción de un sistema de distribución eléctrico aéreo es más sencilla que la de un sistema subterráneo, el cual requiere de permisos especiales para la intervención de espacios públicos; como lo son un plan de manejo de tránsito (PMT) y una licencia de excavación.

Por otro lado, el principal inconveniente que presentan los sistemas aéreos es que se encuentran más dispuestas a presentar fallas por estar expuestas a contactos con árboles y ramas u objetos extraños, lluvia, polución, descargas atmosféricas, choques de vehículos y expresiones de vandalismo como el hurto o deterioro de las mismas. Igualmente, presenta un mayor peligro para los transeúntes al establecer un fácil contacto con las redes por estar descubiertas.

En la Figura 2, se visualiza una red de distribución eléctrica aérea de la ciudad de Bogotá; donde se encuentran subrayados algunos de los elementos que la componen. A continuación, se especifican los diferentes elementos que conforman las redes de distribución aérea en Bogotá [4].

Figura 2. Red de distribución eléctrica aérea



Fuente: MADERPLAST, “Materiales para redes eléctricas”, 2019

Conductores:

Circuitos primarios, líneas de MT con tensiones nominales de 34,5[kV] y 11,4[kV] para la Bogotá y tensiones de 13.2 [kV] para municipios de sabana. Se utilizan conductores ACSR desnudos o aislados. Los calibres comúnmente usados son: 35 mm^2 (2 AWG), 50 mm^2 (1/0 AWG), 70 mm^2 (2/0 AWG), 120 mm^2 (4/0 AWG).

Circuitos secundarios: Líneas de BT con tensiones nominales más comúnmente usadas de 120[V], 208[V] y 240[V] para sistemas residenciales y comerciales, o 220[V] y 380[V] para el caso de alumbrado público. Igualmente, dentro de las principales características de los conductores, se encuentra la utilización de cable ACSR desnudos o trenzados con calibres de: 50 mm^2 (1/0 AWG), 70 mm^2 (2/0 AWG), 120 mm^2 (4/0 AWG).

Postes o estructuras:

Al igual que en los conductores, las estructuras se discriminan para circuitos primarios y secundarios, líneas aéreas urbanas, líneas también aéreas rurales y estructuras de transformadores aéreos. El operador de red de la ciudad de Bogotá (ENEL CODENSA) es quien define las normas y características de las estructuras.

En la Tabla 1, se especifican los parámetros técnicos o características de los postes de concreto utilizados en las redes de distribución de Bogotá [5].

Tabla 1. Parámetros postes de concreto redes de distribución eléctrica de Bogotá

Carga de rotura min. [Kgf]	Longitud total [m]	Diámetros [cm]	
		Cima	Base
510	10	14	29
1050	10	17	32
510	12	14	32
750	12	14	32
1050	12	19	37
510	14	16	37
750	14	16	37
1050	14	19	40
1350	14	20	41

Fuente: ET 201, ENEL CODENSA, “Postes de concreto, especificaciones técnicas”, Bogotá, 2009

En la Tabla 2, se realiza un resumen de las normas y su respectiva descripción, dichas normas fueron generadas por la empresa distribuidora de energía para Bogotá, la numeración de estas se asocia a las estructuras utilizadas para el montaje de transformadores de distribución en redes aéreas, tanto urbanas como rurales [8].

Tabla 2. Normas de centros de transformación para redes aéreas urbanas y rurales

NORMA	DESCRIPCIÓN
CTU500	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE EN POSTE DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CON FINAL DE CIRCUITO PRIMARIO Y RED TRENZADA DE B.T.
CTU500-1	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE EN POSTE DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO HACIA LA VÍA CON FINAL DE CIRCUITO PRIMARIO Y RED TRENZADA DE B.T.
CTU501	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE EN POSTE DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CIRCUITO PRIMARIO TANGENCIAL Y RED TRENZADA DE B.T.
CTU502	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE EN POSTE DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONSTRUCCIÓN EN BANDERA Y RED TRENZADA DE B.T.
CTU502-1	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE EN POSTE DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CON FINAL DE CIRCUITO PRIMARIO CONSTRUCCIÓN EN BANDERA Y RED TRENZADA DE B.T.
CTU503	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE DE ESTRUCTURA TIPO H DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CON CIRCUITO PRIMARIO TANGENCIAL Y RED TRENZADA DE B.T.
CTU504	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE EN ESTRUCTURA TIPO H DE

Tabla 2. Normas de centros de transformación para redes aéreas urbanas y rurales

NORMA	DESCRIPCIÓN
	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CON FINAL DE CIRCUITO PRIMARIO Y RED TRENZADA DE B.T.
CTU506	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE ESTRUCTURA TIPO H DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CON CIRCUITO PRIMARIO EN BANDERA Y RED TRENZADA DE BT.
CTU510	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE EN ESTRUCTURA TIPO H DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE 225 KVA CON FINAL DE CIRCUITO PRIMARIO Y RED TRENZADA DE B.T.
CTU510-1	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE DE ESTRUCTURA TIPO H DE TRANSFORMADOR DE 225 KVA TRIFÁSICO CON CIRCUITO PRIMARIO TANGENCIAL Y RED TRENZADA DE B.T.
CTU510-2	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE EN ESTRUCTURA TIPO H DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE 225 KVA CON FINAL DE CIRCUITO PRIMARIO PARA SERVICIO DEDICADO
CTU517	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE DE BARRERA DE PROTECCIÓN EN M.T. CON CIRCUITO PRIMARIO EN BANDERA
CTU518	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE EN POSTE DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CON SILLA DE SOPORTE - CIRCUITO PRIMARIO EN BANDERA Y RED TRENZADA DE B.T.
CTU520	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE EN POSTE DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PARA SERVICIO DEDICADO CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO
CTU521	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO. MONTAJE EN POSTE DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO COMPLETAMENTE AUTOPROTEGIDO CON CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO Y RED TRENZADA DE B.T.

Fuente: ENEL CODENSA, “Índice centros de transformación para redes aéreas urbanas y rurales”, Bogotá, 2019

Crucetas:

Están construidas de madera inmunizada, pueden ser clasificadas en tres categorías (liviano, pesado y extra pesado) [9].

Liviano: suspensión de líneas de tramos intermedios.

Pesado: retención de líneas finales o en estructuras finales de circuito.

Extra pesado: estructuras en H y en líneas con vanos muy largos.

Como accesorio de las crucetas se encuentran diagonales en hierro y herrajes [2].

Transformadores:

Monofásicos: Son poco utilizados en redes de distribución de Bogotá, el único uso principalmente en zonas rurales con potencias nominales de 5[kVA], 10[kVA] y 15[kVA] (más comúnmente usados).

Trifásicos: Son los más utilizados y sus potencias nominales son de 15[kVA], 30[kVA], 45[kVA], 75[kVA] y 112,5 [kVA] y 150 [kVA], en ciertas zonas del sur de la ciudad se utilizan transformadores de 225 [kVA] en las redes aéreas, pero en estructuras en H (CTU 503, CTU 504, CTU 506, CTU 510).

Seccionadores y protecciones:

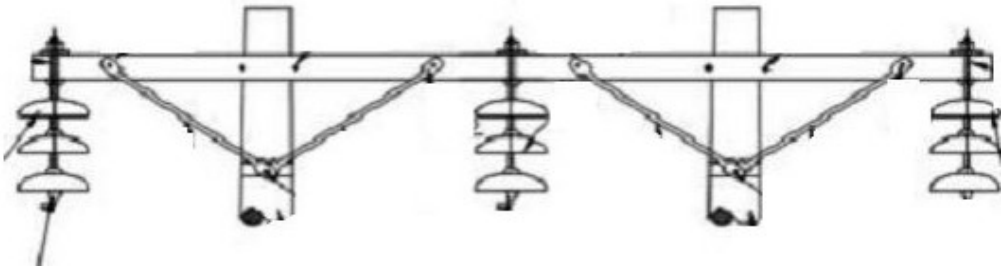
Los seccionadores utilizados en las redes de distribución aérea de Bogotá son tripolares y en su mayoría son de operación sin carga; los equipos como seccionamientos tipo cuchilla o cortacircuitos deben ser operador monopolarmente, con tensión sin carga o sin tensión sin carga. Igualmente, equipos como seccionadores y reconectadores con aislamiento en SF6, celdas con aislamiento en SF6, en aire o aceite pueden ser operadas con tensión con carga.

Las protecciones utilizadas son: cortacircuitos (tipo cañuela en su mayoría), fusibles y pararrayos [2].

Aisladores

Los aisladores que se manejan en las redes de distribución eléctrica de Bogotá son tres: porcelana tipo suspensión, carrete y espigo. En la Figura 3, se muestra un ejemplo gráfico de un aislador de suspensión, utilizado principalmente en distribución de media tensión [10].

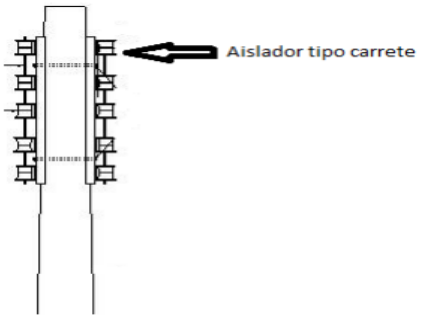
Figura 3. Aislador de suspensión.



Fuente: D. García, “Sistema de distribución de energía eléctrica en el barrio Bosque Popular”, 2014

En la Figura 4, se visualiza un aislador tipo carrete utilizado en antiguas redes de distribución aérea de BT [11]. Cabe resaltar, que actualmente en la ciudad de Bogotá se está normalizando las redes de baja tensión aéreas abiertas a trenzadas; esta actualización lleva consigo a que se reemplacen los aisladores tipo carrete por soportes y grapas de retención o suspensión.

Figura 4. Aislador tipo carrete.



Fuente: ENEL CODENSA, “Conductores aislados para distribución subterránea”. 2019

La Figura 5, se visualiza un aislador tipo espigo, el cual se utiliza en redes de distribución aérea de MT [10].

Figura 5. Aislador tipo espigo.



Fuente: D. García, “Sistema de distribución de energía eléctrica en el barrio Bosque Popular”, 2014

1.1.2. Redes de distribución subterránea.

Las redes eléctricas subterráneas en Bogotá D.C. son empleadas en zonas donde por razones de ordenamiento territorial del Distrito, no se puede implementar un sistema de distribución aéreo. Actualmente, el 63.1% de las redes eléctricas de la ciudad son aéreas y tan solo el 36.9% corresponden a redes subterráneas [3], sin embargo, el POT ha establecido subterranizar las redes aéreas en varias zonas de la ciudad, y actualmente una de las premisas de ENEL CODENSA, para los nuevos clientes es exigir acometidas subterráneas desde el punto de conexión hasta el proyecto de cada cliente.

Otro aspecto fundamental en la implementación de líneas subterráneas corresponde con la parte técnica; ya que al repotenciar un circuito para mejorar su cargabilidad y regulación de voltaje no se puede cumplir con las distancias de seguridad planteadas en el RETIE y se opta por la subterranización de las redes de distribución eléctrica total o por tramos.

Así mismo, el sistema subterráneo cuenta con aspectos que lo favorecen por ser más confiable ya que la mayoría de los inconvenientes mencionados en las redes aéreas no afectan a las redes subterráneas, son más seguras y estéticas; además de presentar menores pérdidas por caída de tensión (regulación de tensión).

Los elementos principales que conforman a una red de distribución subterránea son los siguientes:

Conductores:

Son cables en polietileno reticulado (XLPE), el cual es un material muy resistente al calor, pueden ser monopolares o tripolares aislados.

Teniendo en cuenta las especificaciones técnicas dadas por el operador de red ENEL CODENSA, en las siguientes tablas se relacionan los calibres a utilizarse en la distribución eléctrica subterránea.

La Tabla 3, muestra un resumen de las características de los conductores subterráneos utilizados para MT [11].

Tabla 3. Conductores aislados para distribución subterránea de MT.

Tensión nominal [kV]	Calibre utilizado [Cu] AWG	Calibre utilizado [Cu] mm2	Calibre utilizado [Al] mm2	Calibre utilizado [Al] AWG
15	300	150	240	500
15	4/0	120	185	400

15	---	---	95	4/0
35	300	150	240	500
35	4/0	120	185	400
35	2/0	70	---	---

Fuente: ENEL CODENSA, “Conductores aislados para distribución subterránea”. 2019.

En la Tabla 4 se visualizan las características de los conductores subterráneos para baja tensión [11].

Tabla 4. Conductores aislados para distribución subterránea de BT.

Tensión nominal [kV]	Calibre utilizado [Cu] AWG	Calibre utilizado [Cu] mm2	Calibre utilizado [Al] mm2	Calibre utilizado [Al] AWG
0,6	500	240	---	
0,6	300	150	240	500
0,6	250	---	---	
0,6	---	---	150	300
0,6	1/0	50	---	
0,6	---	---	95	4/0
0,6	---	---	50	1/0
0,6	6	16	25	2

Fuente: ENEL CODENSA, “Conductores aislados para distribución subterránea”. 2019

En distribución subterránea de alumbrado público se utilizan conductores de aluminio de los siguientes calibres: 50 mm2 (1/0 AWG), 35 mm2 (1 AWG, no es muy comercial), 25 mm2 (2 AWG) y 16 mm2 (4 AWG).

Cabe aclarar que la tensión nominal a la que se hace referencia en las tablas anteriores corresponde a la tensión de aislamiento, es decir, a la tensión que soporta el conductor antes de romper su nivel de aislamiento.

Ductos o canalizaciones:

Los ductos o canalizaciones subterráneas pueden ser de asbesto cemento, de PVC o conduit metálicos con diámetro mínimo de 4 pulgadas. Actualmente en la ciudad se están reemplazando los ductos de asbesto por PVC; es importante resaltar que las canalizaciones subterráneas deben ir por el espacio público.

Cámaras eléctricas:

En la distribución subterránea de Bogotá se utilizan cámaras de inspección y son construidas en sitios de espacio público para su fácil acceso. Se utilizan para hacer conexiones, pruebas y reparaciones, la distancia de separación de las cámaras varía de acuerdo con criterio del diseñador y constructor; de acuerdo con los parámetros definidos por el operador de red [12]. En la Tabla 5, se resumen los códigos de la norma de la distribuidora con su respectiva descripción de las cajas subterráneas, utilizadas en las redes de distribución eléctrica [12].

Tabla 5. Cajas de inspección en red subterránea.

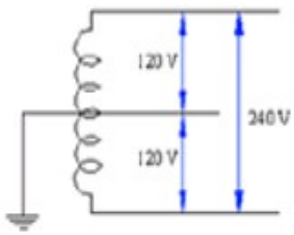
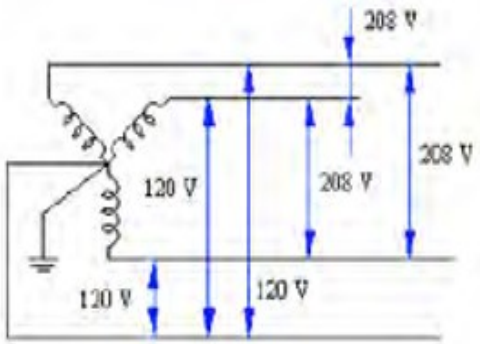
Código	Descripción
CS 274	Caja de inspección para AP y acometidas de BT
CS 275	Caja de inspección sencilla para canalizaciones de MT y BT
CS 276	Caja de inspección doble para canalizaciones de MT y BT
CS 277	Caja de inspección triple para canalización de MT
CS 280	Caja de inspección tipo vehicular

Fuente: ET240, ENEL CODENSA, “Tapas y marcos para cajas de inspección en redes subterráneas”, Bogotá, 2019.

1.2. Clasificación de acuerdo con su ubicación geográfica.

Los sistemas de distribución llevan la energía eléctrica a los usuarios que se concentran en la ciudad de Bogotá entre zonas urbanas y rurales. En la Figura 6, se puede visualizar algunas características como: niveles de tensión, diagramas de conexión y utilización de las redes de distribución urbanas y rurales [2].

Figura 6. Sistemas de distribución secundaria.

Voltaje secundario y tipo de sistema	Diagrama de conexiones y voltajes secundarios	Utilización y disposicion recomendada
120 / 240 V. Monofasico trifilar Neutro sólido a tierra		Zonas residenciales urbanas. Zonas rurales - Alumbrado público. Redes aéreas. Subterranea en zonas residenciales clase alta.
120 / 208 V Trifasico tetrafilar en estrella Neutro sólido a tierra		Zonas comerciales e industriales. Zonas residenciales urbanas. Zonas rurales con cargas trifasicas. Alumbrado público. Redes aéreas. Subterránea en zonas centricas.

Fuente: S. Ramírez, “Redes de Distribución de Energía”, tercera edición, Manizales, Universidad Nacional de Colombia, 2004.

1.2.1. Redes de distribución urbanas

La mayoría de las redes de distribución eléctrica de Bogotá, se encuentran dentro de la tipificación de redes urbanas, las principales características corresponden a la gran concentración de usuarios y su ubicación dentro de la zona metropolitana de la ciudad de acuerdo a la clasificación de los entes Distritales. La clasificación de las zonas urbanas está también ligada a la actividad económica, es decir, donde se presenta economía mixta (empresarial y residencial) corresponde a zona urbana.

Dentro de la distribución eléctrica urbana, también se encuentran redes primarias y secundarias. A continuación, se realiza una síntesis de la normatividad actual manejada por el operador de red de la ciudad y la cual rige para las redes aéreas urbanas actuales y las futuras construcciones de estas:

En la Tabla 6, se unifican las normas CODENSA relacionadas con infraestructura eléctrica, las cuales son utilizadas para el diseño e implementación de circuitos de distribución aérea con un nivel de tensión de 34.5 [kV] [6].

Tabla 6. Estructuras utilizadas en los circuitos de distribución eléctrica urbanos primarios [34,5 Kv].

NIVEL DE TENSIÓN 34, 5 kV	
NORMA	**DESCRIPCIÓN**
LA 102	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - CONSTRUCCIÓN SEMIBANDERA
LA103	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - CONSTRUCCIÓN SEMIBANDERA EN ÁNGULO
LA104	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - CONSTRUCCIÓN EN BANDERA
LA105	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - CONSTRUCCIÓN EN BANDERA EN ÁNGULO
LA106	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - CAMBIO DE ÁNGULO A 90 º CON RETENCIÓN HORIZONTAL
LA109	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - DERIVACIÓN A 90 º CON RETENCIÓN HORIZONTAL
LA111	FINAL DE CIRCUITO URBANO 34,5 kV
LA112	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - RETENCIÓN DOBLE EN BANDERA
LA113	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - RETENCIÓN DOBLE
LA117	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - CON DERIVACIÓN CORTA. CABLE TRIPLEX LONGITUD MENOR DE 100 m
LA118	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - RETENCIÓN CON DERIVACIÓN LARGA EN CABLE TRIPLEX LONGITUD MAYOR DE 100 m
LA119	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - ENTRADA Y SALIDA SUBTERRÁNEA PARA UNA SUBESTACIÓN DE INSTALACIÒN INTERIOR
LA120	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - CRUCE SUBTERRÁNEO DE VÌAS
LA121	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - SALIDA DE SUBESTACIÓN O SUBTERRANIZACIÓN DEL CIRCUITO PRINCIPAL
LA152	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - CON CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO PARA ÁNGULOS HASTA 10 º
LA153	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - CON CIRCUITO DE 11,4 kV EN ÁNGULO DE 21 º A 30 º
LA157	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - CON CIRCUITO PRIMARIO 11,4 kV EN CAMBIO DE ÁNGULO A 90 º
LA158	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - EN BANDERA CON CIRCUITO PRIMARIO EN BANDERA
LA159	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - EN BANDERA CON CIRCUITO DE 11,4 ó 13,2 kV EN BANDERA PARA ÁNGULOS ENTRE 6 º Y 20 º
LA163	RETENCIÓN DOBLE CIRCUITO URBANO 34,5 kV CON CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO 11,4 kV EN CONSTRUCCIÓN TANGENCIAL
LA164	CONSTRUCCIÓN SEMIBANDERA CIRCUITO 34,5 kV CON CIRCUITO PRIMARIO 11,4 kV EN RETENCIÓN DOBLE
LA165	CIRCUITO URBANO 34,5 kV - CAMBIO DE ÁNGULO A 90 º CON RETENCIÓN HORIZONTAL Y CIRCUITO TANGENCIAL SENCILLO DE 11,4 Kv

Tabla 7. Estructuras utilizadas en los circuitos de distribución eléctrica urbanos primarios 13,2 [kV] y 11,4 [kV].

NVEL DE TENSIÓN 13, 2 kV y 11,4 kV	
NORMA	**DESCRIPCIÓN**
LA202	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - CONSTRUCCIÓN TANGENCIAL
LA203	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - CONSTRUCCIÓN TANGENCIAL EN ÁNGULO

Tabla 7. Estructuras utilizadas en los circuitos de distribución eléctrica urbanos primarios 13,2 [kV] y 11,4 [kV].

NVEL DE TENSIÓN 13, 2 kV y 11,4 kV	
NORMA	**DESCRIPCIÓN**
LA204	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - CONSTRUCCIÓN TIPO BANDERA CON CRUCETA DE 2,5 m
LA205	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - CONSTRUCCIÓN TIPO BANDERA EN ÁNGULO
LA206	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - CAMBIO DE ÁNGULO A 90 º CON RETENCIÓN HORIZONTAL
LA207	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - CON DOBLE DERIVACIÓN A 90 º
LA208	CRUCE DE CIRCUITOS PRIMARIOS SENCILLOS DIFERENTES
LA209	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - DERIVACIÓN A 90 º CON RETENCIÓN INFERIOR
LA210	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - CON DERIVACIÓN A 90 º CON RETENCIÓN SUPERIOR EXISTENTE
LA211	FINAL DE CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO
LA212	FINAL DE CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - CONSTRUCCIÓN TIPO BANDERA (CRUCETA 2,5m)
LA212-1	FINAL DE CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO CONSTRUCCIÓN TIPO BANDERA (CRUCETA 3m)
LA213	RETENCIÓN DOBLE SIMÉTRICA DE CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO
LA218	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - TERMINAL CON DERIVACIÓN LARGA DE CABLE TRIPLEX (MAYOR DE 100 m)
LA219	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - ENTRADA Y SALIDA SUBTERRÁNEA PARA UNA SUBESTACIÓN
LA220	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - CRUCE SUBTERRÁNEO DE VÍAS
LA221	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - SALIDA DE SUBESTACIÓN O SUBTERRANIZACIÓN DEL CIRCUITO PRINCIPAL
LA222	RETENCIÓN DOBLE CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO CONSTRUCCIÓN TIPO BANDERA
LA228	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - CONSTRUCCIÓN TANGENCIAL CON DERIVACIÓN SUBTERRÁNEA
LA229	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - CONSTRUCCIÓN TIPO BANDERA TRIANGULAR EN EXTREMO DE CRUCETA
LA229-1	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO CONSTRUCCIÓN TIPO BANDERA TRIANGULAR EN EXTREMO DE CRUCETA DE 3M
LA230	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - CONSTRUCCIÓN TIPO BANDERA EN ÁNGULO CON CRUCETA DE 2,5 m
LA231	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO - CONSTRUCCIÓN EN BANDERA – DOBLE CRUCETA
LA232	DERIVACIÓN TRIFÁSICA CON PROTECCIÓN CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO
LA233	AMARRES PRIMARIOS
LA240	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO – INSTALACIÓN DE MEDIDOR BICUERPO EN CRUCETA
LA245	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO. CONSTRUCCIÓN EN BANDERA. INSTALACIÓN EQUIPO DE MEDIDA COMPACTO / COMBINADO
LA246	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO. CONSTRUCCIÓN TANGENCIAL. INSTALACIÓN EQUIPO DE MEDIDA COMPACTO / COMBINADO
LA250	CIRCUITO PRIMARIO DOBLE CONSTRUCCIÓN TANGENCIAL
LA251	CIRCUITO PRIMARIO DOBLE CONSTRUCCIÓN TANGENCIAL EN ÁNGULO
LA252	CIRCUITO PRIMARIO DOBLE CONSTRUCCIONES TANGENCIAL Y TERMINAL

Tabla 7. Estructuras utilizadas en los circuitos de distribución eléctrica urbanos primarios 13,2 [kV] y 11,4 [kV].

NVEL DE TENSIÓN 13, 2 kV y 11,4 kV	
NORMA	**DESCRIPCIÓN**
LA253	CIRCUITO PRIMARIO DOBLE Y DERIVACIÓN A 90°
LA257	CIRCUITO PRIMARIO DOBLE CON UNA SALIDA DE SUBESTACIÓN

Fuente: ENEL CODENSA, “Índice líneas aéreas urbanas”, Bogotá, 2019

De igual manera, en la Tabla 8 se relaciona el resumen de las normas CODENSA asociadas a las redes de distribución urbana para BT o circuitos secundarios [6].

Tabla 8. Estructuras utilizadas en los circuitos de distribución eléctrica urbanos secundarios.

NORMA	DESCRIPCIÓN
LA320	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO CONSTRUCCIÓN EN LÍNEA
LA320-1	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO. CONSTRUCCIÓN EN LÍNEA CON EXTENSIÒN
LA321	FINAL DE CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO
LA321-1	FINAL DE CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO CON AMARRE PREFORMADO - ALTERNATIVA.
LA322	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO CON DERIVACIÓN EN CONDUCTOR TRENZADO
LA323	CIRCUITO SECUNDARIO DOBLE EN CONDUCTOR TRENZADO. CONSTRUCCIÓN EN LÍNEA
LA324	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO. CONSTRUCCIÓN ANGULAR
LA324-2	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO CONSTRUCCIÓN ANGULAR CON AMARRE PREFORMADO - ALTERNATIVAS
LA325	CIRCUITO SECUNDARIO DOBLE EN CONDUCTOR TRENZADO. CONSTRUCCIÓN ANGULAR A 90 º CON DERIVACIÓN
LA326	SALIDAS SUBTERRÁNEAS DE B.T. A RED AÉREA EN CONDUCTOR TRENZADO
LA326-1	SALIDAS SUBTERRANEAS DE B.T. A RED AÉREA EN CONDUCTOR TRENZADO CON AMARRE PREFORMADO – ALTERNATIVA
LA327	CIRCUITO SECUNDARIO EN RETENCIÓN. RED TRENZADA DE B.T.
LA327-1	CIRCUITO SECUNDARIO EN RETENCIÓN DOBLE CON CONDUCTOR TRENZADO DE B.T. CON AMARRE PREFORMADO – ALTERNATIVA
LA329	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO CON A.P.
LA330	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO Y ALUMBRADO PUBLICO, PARA CUALQUIER CONFIGURACIÓN DE CIRCUITO PRIMARIO
LA335	MONTAJE DE SECCIONADOR PORTAFUSIBLE 160 A PARA LÍNEAS DE B.T.
LA336	MONTAJE DE SECCIONADOR PORTAFUSIBLE 600 A PARA LÍNEAS DE B.T.
LA339	ESTRUCTURAS BÁSICAS REDES TRENZADAS SOBRE MUROS
LA340	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO SOBRE MUROS CONSTRUCCIÓN EN LÍNEA
LA341	FINAL CIRCITO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO SOBRE MUROS RETENCIÓN LATERAL
LA342	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO SOBRE MUROS RETENCIÓN FRONTAL
LA343	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO SOBRE MUROS CON DERIVACIÓN
LA344	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO SOBRE MUROS RETENCIÓN DOBLE
LA345	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO SOBRE MUROS CAMBIO DE ANGULO
LA346	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO SOBRE MUROS DERIVACIÓN A LUMINARIA

Tabla 8. Estructuras utilizadas en los circuitos de distribución eléctrica urbanos secundarios.

NORMA	DESCRIPCIÓN
LA347	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO SOBRE MUROS CONSTRUCCIÓN EN LÍNEA CON CAJA DE BARRAJES
LA348	CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO SOBRE MUROS DERIVACIÓN SUBTERRÁNEA
LA350	CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO SOBRE MUROS AFLORAMIENTO CON INSTALACIÓN DE SECCIONADOR

Fuente: ENEL CODENSA, “Índice líneas aéreas urbanas”, Bogotá, 2019

Es importante resaltar que las redes de distribución urbana pueden ser aéreas, subterráneas o mixtas, es decir, cuentan con tramos aéreos y subterráneos; por ejemplo: redes aéreas que cuentan con tramos subterráneos por cruces viales, en subestaciones subterráneas, capsuladas y local; donde el tramo aguas abajo del transformador es un tramo de red subterránea hasta una estructura donde se realiza un afloramiento y continua en red aérea. Otra característica de las redes urbanas corresponde a que los vanos de las estructuras aéreas son más pequeños (30[m] a 35[m] aproximadamente), con respecto a los de zonas rurales (40[m] a 60[m] aproximadamente).

1.2.2. Redes de distribución eléctricas rurales.

Las redes de distribución eléctricas rurales son aquellas que por su naturaleza económica se encuentran en zonas agropecuarias. En zonas aledañas de la ciudad de Bogotá se encuentran este tipo de redes en localidades de Bosa y Usme, así mismo, en la localidad del Sumapaz; donde no se presenta gran concentración de usuarios y las distancias entre cada uno es distante.

Es de resaltar que por la naturaleza económica algunas zonas rurales cercanas a Bogotá son catalogadas como redes de distribución eléctricas rurales; sin embargo, el nivel de tensión que se maneja en ellas es de 11,4 [kV]; debido a que todas las subestaciones de distribución de la ciudad cuentan con una tensión secundaria de 11.4 [kV]. Diferente a las demás zonas rurales definidas por ENEL CODENSA.

En estos tipos de redes es muy común encontrar transformadores y líneas monofásicas, sin embargo, también se manejan sistemas trifásicos; una de las principales características corresponde a que las cargas de los usuarios son pequeñas, pero se encuentran muy distanciados entre sí.

La Tabla 9 muestra una síntesis de las normas ENEL CODENSA (estructuras y líneas), utilizadas en el diseño y construcción de redes de distribución eléctrica rurales [7].

Tabla 9. Estructuras utilizadas en los circuitos de distribución eléctrica rurales.

NORMA	DESCRIPCIÓN
LAR102	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA TRIÁNGULAR
LAR105	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA TRIÁNGULAR EN ÁNGULO
LAR111	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA TRIÁNGULAR TERMINAL
LAR113	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA TRIANGULAR RETENCIÓN DOBLE
LAR120	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA EN H CON SUSPENSIÓN HORIZONTAL
LAR121	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA EN H TERMINAL CON DISPOSICIÓN HORIZONTAL
LAR122	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA HORIZONTAL EN H
LAR123	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA EN H DE RETENCIÓN HORIZONTAL
LAR125	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA EN H DISPOSICIÓN HORIZONTAL PARA ÁNGULOS
LAR127	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA EN H SUSPENSIÓN TRIANGULAR
LAR132	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA EN H DISPOSICIÓN TRIANGULAR
LAR133	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA DE RETENCIÓN TRIANGULAR EN H

Tabla 9. Estructuras utilizadas en los circuitos de distribución eléctrica rurales.

NORMA	DESCRIPCIÓN
LAR135	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA TRIANGULAR EN H PARA ÁNGULOS
LAR137	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN HORIZONTAL CON CRUCETA DE SEIS METROS
LAR143	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA DE RETENCIÓN HORIZONTAL EN TRES POSTES
LAR173	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA EN H DE RETENCIÓN HORIZONTAL CON CRUCETA DE SEIS METROS
LAR183	LÍNEA RURAL 34,5 kV - ESTRUCTURA DE RETENCIÓN HORIZONTAL EN TRES POSTES CON CRUCETA DE SEIS METROS
LAR190	LÍNEA RURAL 34,5 kV - CIRCUITOS PRINCIPAL Y SUPLENCIA CON DERIVACIÓN SUBTERRÁNEA A SUBESTACIÓN
LAR197	LÍNEA RURAL 34,5 kV - MONTAJE DE RECONECTADOR EN DERIVACIÓN
LAR198	LÍNEA RURAL 34,5 kV - MONTAJE DE RECONECTADOR CON TRANSFORMADOR DE POTENCIAL
LAR199	LÍNEA RURAL 34,5 kV - MONTAJE DE SECCIONALIZADOR CON TRANSFORMADOR DE POTENCIAL
LAR202	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV – ESTRUCTURATRIANGULAR
LAR205	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA TRIANGULAR EN ÁNGULO
LAR211	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA TRIÁNGULAR TERMINAL
LAR213	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA TRIÁNGULAR DE RETENCIÓN
LAR220	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN HORIZONTAL EN H
LAR221	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA TERMINAL HORIZONTAL EN H
LAR222	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA EN H DISPOSICIÓN HORIZONTAL
LAR223	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA DE RETENCIÓN HORIZONTAL EN H
LAR225	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA EN H PARA ÁNGULOS
LAR227	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA EN H SUSPENSIÓN TRIÁNGULAR
LAR232	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA EN H DISPOSICIÓN TRIÁNGULAR
LAR233	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA DE RETENCIÓN TRIÁNGULAR EN H
LAR235	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA TRIÁNGULAR EN H PARA ÁNGULOS
LAR237	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN HORIZONTAL CON CRUCETA DE SEIS METROS
LAR243	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA DE RETENCIÓN HORIZONTAL EN TRES POSTES
LAR273	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA EN H DE RETENCIÓN HORIZONTAL CON CRUCETAS DE SEIS METROS
LAR274	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - ESTRUCTURA DE RETENCIÓN HORIZONTAL EN TRES POSTES CON CRUCETA DE SEIS METROS
LAR275	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - DERIVACIÓN TRIFÁSICA EN UN POSTE
LAR276	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - DERIVACIÓN TRIFÁSICA POSTE A POSTE
LAR277	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - DERIVACIÓN TRIFÁSICA EN H
LAR278	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - DERIVACIÓN TRIFÁSICA HORIZONTAL DE H A H
LAR279	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - DERIVACIÓN TRIFÁSICA TRIANGULAR DE H A H
LAR280	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - DERIVACIÓN EN UN POSTE DE CIRCUITO TRIFILAR A BIFILAR
LAR281	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - MONTAJE DE PARARRAYOS EN POSTES ADYACENTES A EQUIPOS
LAR282	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - MONTAJE DE SECCIONADORES MONOPOLARES DE 400 A
LAR283	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - MONTAJE DE RECONECTADOR EN LÍNEA
LAR284	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - MONTAJE DE RECONECTADOR EN DERIVACIÓN
LAR285	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - MONTAJE DE REGULADORES EN DELTA ABIERTA
LAR286	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - MONTAJE DE RECONECTADOR CON TRANSFORMADOR DE POTENCIAL
LAR287	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - MONTAJE DE SECCIONALIZADOR CON TRANSFORMADOR DE POTENCIAL
LAR288	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 kV - MONTAJE DE SECCIONADOR BAJO CARGA TELECONTROLADO EN TRES POSTES
LAR291	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 –7,6 – 6,6 kV - ESTRUCTRA BIFILAR TERMINAL
LAR292	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 –7,6 – 6,6 kV - ESTRUCTRA BIFILAR EN ALINEAMIENTO
LAR293	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 –7,6 – 6,6 kV - RETENCIÓN DOBLE PARA CIRCUITOS BIFILARES

Tabla 9. Estructuras utilizadas en los circuitos de distribución eléctrica rurales.

NORMA	DESCRIPCIÓN
LAR294	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 –7,6 – 6,6 kV - RETENCIÓN DOBLE EN H PARA CIRCUITOS BIFILARES
LAR295	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 –7,6 – 6,6 kV - ESTRUCTURA BIFILAR EN ÁNGULO
LAR296	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 –7,6 – 6,6 kV - ESTRUCTURA TERMINAL BIFILAR EN H
LAR297	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 –7,6 – 6,6 kV - DERIVACIÓN BIFILAR EN H
LAR298	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 –7,6 – 6,6 kV - ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO BIFILAR EN H
LAR299	LÍNEA RURAL 13,2 – 11,4 –7,6 – 6,6 kV - ESTRUCTURA BIFILAR EN H PARA ÁNGULOS

Fuente: ENEL CODENSA, “Índice líneas aéreas rurales”, Bogotá, 2019

1.3. Clasificación respecto a su tensión primaria.

Los circuitos primarios de distribución se construirán en anillo abierto, mediante la utilización de suplencias con equipos de operación bajo carga, con telecontrol, con otros circuitos cuando se presenten eventos de contingencia, mantenimiento u operativas [39].

En Bogotá D.C., se manejan dos niveles de tensión primarias para las redes de distribución eléctrica y los cuales se relacionan en la presente clasificación.

1.3.1. Redes de 34.5 [kV].

Este nivel de tensión es suministrado por el operador de red para clientes denominados como especiales, principalmente industrias y algunas entidades estatales. Dentro de los clientes industriales de Bogotá se encuentran circuitos como CONALVIDRIOS, ICOLLANTAS, COLMOTORES, SUIZO, PRINTER, USME (alimenta la ladrillera Santafé), LAFAYETTE, entre otros; clientes comerciales como el circuito. Dentro de las entidades estatales se encuentran el circuito ACUEDUCTO del acueducto de Bogotá y AERONAUTICA, de la aeronáutica civil.

La principal característica de los circuitos con el nivel de tensión de 34.5 [kV], es que corresponden a circuitos exclusivos donde CODENSA ofrece niveles de confiabilidad muy altos, es decir, se presentan muy pocos casos de interrupción del servicio de energía eléctrica, por motivos de mantenimientos o maniobras con respecto al otro nivel de tensión primario de 11.4 kV.

1.3.2. Redes de 11.4 [kV].

Es el nivel de tensión de distribución eléctrica residencial y comercial, en el cual se manejan transformadores de distribución de 11.4 [kV] a 120/208 [V] para sistemas trifásicos tetrafilares, 120/240 [V] para sistemas bifásicos; se utilizan subestaciones en poste, encapsuladas, tipo local o subterráneas para uso residencial y comercial.

Igualmente, se manejan sistemas de 11.4 [kV] a 220/380 [V], correspondientes a cargas de alumbrado público de la ciudad de Bogotá, donde se utilizan subestaciones tipo pedestal y algunos transformadores en poste o encapsulados, en algunos casos.

1.4. Clasificación respecto a su tensión secundaria.

La clasificación respecto a la tensión nominal secundaria se encuentra en función de la tensión secundaria de los transformadores de distribución y corresponde únicamente al nivel de tensión secundaria. A continuación, se observa una clasificación de los sistemas de acuerdo con su tensión.

1.4.1. Monofásico trifilar 240/120 [V].

Cuenta con tres hilos, es decir, dos conductores activos (2 fases) y un conductor no activo o neutro.

1.4.2. Trifásico tetrafilar 208/120 [V].

Este sistema está conformado por cuatro hilos, es decir, tres conductores activos (3 fases) y un conductor no activo o neutro.

1.4.3. Trifásico tetrafilar 380/220 [V].

Este nivel de tensión es exclusivo de alumbrado público, donde se emplean transformadores trifásicos de 30 [kVA], 45 [kVA] y 75 [kVA]. Para transformadores monofásicos de alumbrado público se utilizan capacidades de 10 [kVA], 15 [kVA], 25 [kVA] y 50 [kVA], todos los transformadores exclusivos de alumbrado público cuentan con un medidor de energía, encargado de realizar la medida de las cargas asociadas al mismo [40].

En vías arterias tipo V2 y V3, previa autorización de CODENSA, se utilizan transformadores de las redes de distribución de la zona (transformadores de distribución residenciales y comerciales), con niveles de tensión a 208 V.

1.4.4. Trifásico 480/277 [V] en estrella y Trifásico 480/240 [V] en delta.

Es utilizada en el sector industrial y algunas partes del sector comercial. Igualmente, antes de la entrada en vigor del RETILAP, ENEL CODENSA utilizaba transformadores exclusivos de alumbrado público en vías V0, V1, V2 y V3 con nivel de tensión secundario de 480/277 V [40].

1.5. Clasificación de acuerdo con el tipo de cargas.

Otra clasificación de las redes de distribución eléctrica de Bogotá es el uso final, teniendo en cuenta el tipo de carga se clasifican en: residenciales, comerciales, industriales, alumbrado público y mixtas.

1.5.1. Cargas residenciales.

Usuario residencial es aquél que se presta directamente a los hogares o núcleos familiares, incluyendo las áreas comunes de los conjuntos habitacionales [13].

Como su nombre lo indica, este tipo de carga corresponde a los usuarios de zonas residenciales de la ciudad (apartamentos, casas familiares y multifamiliares, entre otros), su principal característica es que la naturaleza de la carga es resistiva y solo cuenta con un pequeño componente reactivo. Cabe resaltar que teniendo en cuenta la resolución CREG 108 del 97, dentro de las cargas residenciales también se encuentran algunos establecimientos comerciales; “podrán considerarse como residenciales los pequeños establecimientos comerciales o industriales conexos a los apartamentos o casas de habitación, cuya carga instalada sea igual o inferior a tres 3 [kW], si el inmueble esté destinado, en más de un 50% de su extensión, a fines residenciales” [13].

Generalmente los usuarios de estratos 5 y 6 presentan un alto consumo de energía eléctrica, contrario a los estratos medios 3 y 4 y estratos bajos 0, 1 y 2 quienes presentan un consumo de energía eléctrica moderado.

1.5.2. Cargas comerciales.

Corresponden a las cargas de los centros comerciales, grandes centros de oficinas, Corabastos y otros sectores comerciales de la ciudad. Son cargas resistivas, pero con un mayor componente inductivo, cuentan con un sistema de medida diferente al de las cargas residenciales.

En este tipo de cargas se instalan medidores de energía reactiva, se mide con medidores electrónicos tanto energía activa como reactiva [14].

1.5.3. Cargas industriales.

Conciernen a las cargas de los sectores industriales, que tienen un componente importante de energía reactiva debido a la gran cantidad de motores instalados. Con frecuencia se hace necesario corregir el factor de potencia; a estas cargas se les controla el consumo de reactivos y se les realiza gestión de carga pues tienen doble tarifa (alta y baja) para evitar que su pico máximo coincida con el de la carga residencial [2].

Por lo anterior los clientes industriales buscan con arreglos de bancos de condensadores, filtros o transformadores que el factor de potencia se mantenga lo más cercano posible a la unidad.

1.5.4. Cargas de alumbrado público.

Existen redes exclusivas para la demanda energética de alumbrado público, generalmente vienen alimentadas de subestaciones tipo pedestal o transformadores en poste.

Las redes pueden ser aéreas para el caso de vías arterias clasificadas como V4 a V9 y subterráneas para vías arterias V0 a V3, estratos 4, 5 y 6, zonas de conservación histórica o en aquellas zonas donde lo defina la Unidad Administrativa Distrital de Servicios Públicos (UAESP) [15].

De acuerdo con lo establecido por el operador de red los postes adecuados para las redes de alumbrado público pueden ser metálicos, sin embargo, algunas estructuras de las redes urbanas y rurales, como los plasmados en la Tabla 2, Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8; traen inmersos los brazos de las luminarias de alumbrado público.

En la Tabla 10 se establecen las principales características de los postes metálicos en algunas redes de distribución de alumbrado público [16].

Tabla 10. Dimensiones generales de los postes metálicos

Descripción	Longitud (mm)	Diámetro de la cima (mm)	Diámetro de la base (mm)	Espesor de lámina (mm)
Poste metálico 12 m.	12000	140	390	6
Poste metálico 14 m.	14000	140	450	6
Poste metálico 16 m.	16000	140	450	6
Poste metálico 18 m.	18000	140	510	6
Poste metálico 21 m.	21000	140	560	6

Fuente: ET211, ENEL CODENSA, “Poste metálico para alumbrado público con canasta”

1.5.5. Cargas mixtas.

Corresponden a la red que cuenta con dos tipos de cargas diferentes, generalmente: cargas de alumbrado público y cargas residenciales. Son poco comunes en la ciudad de Bogotá, sin embargo, se pueden encontrar algunos casos en el sur de la ciudad o en las zonas rurales referenciadas anteriormente.

Uno de los principales inconvenientes que presentan estas redes, es la facilidad de fraude o las pérdidas, ya que por contar con redes de alumbrado público no son tan precisas las mediciones de consumo de energía total de este tipo de redes.

Finalmente, en la Tabla 11, se presenta el resumen de los tipos de redes eléctricas de la ciudad de Bogotá en la actualidad, descritos detalladamente en el presente capítulo.

Tabla 11: Redes eléctricas existentes en Bogotá

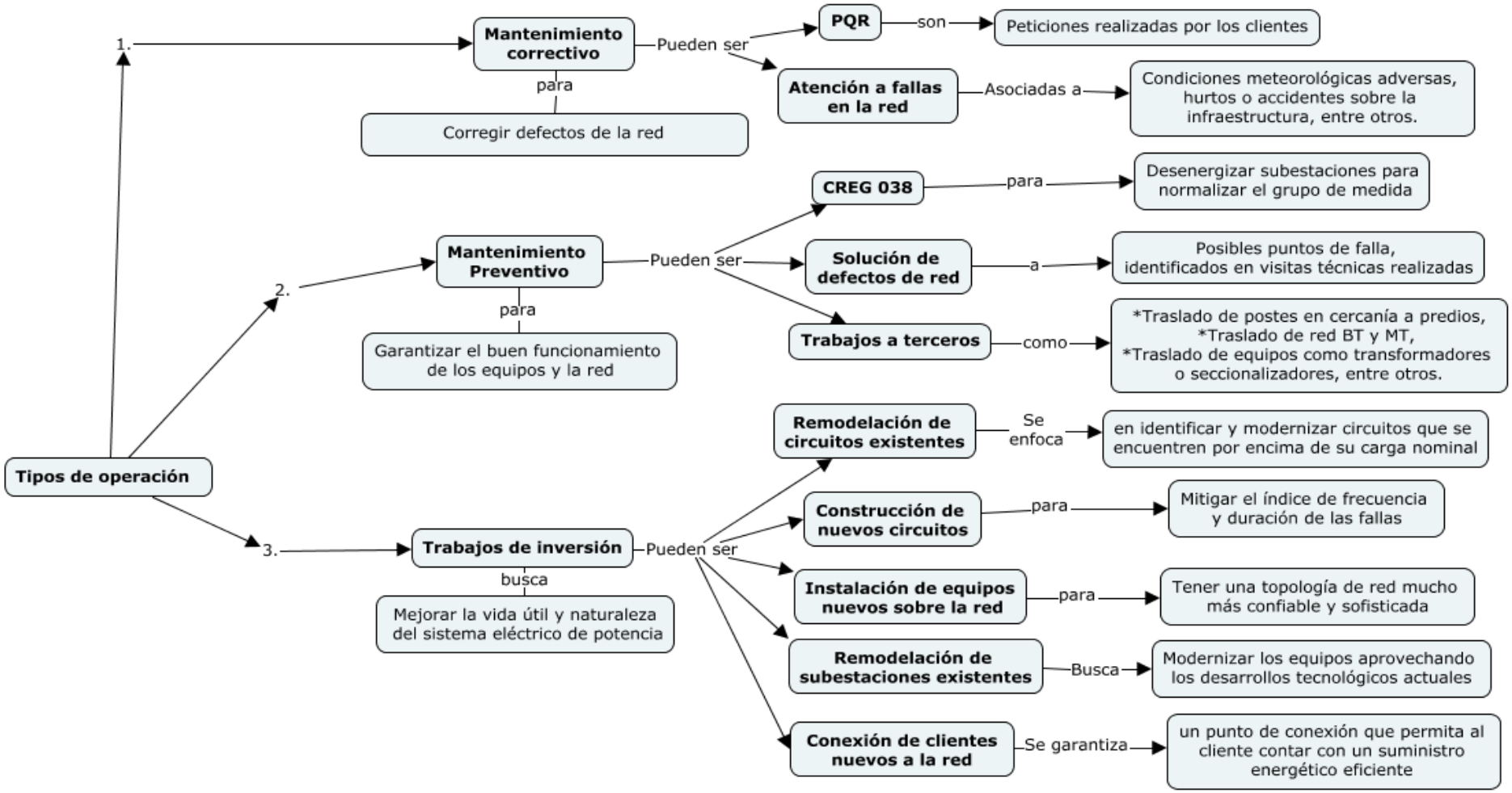
TIPOS DE REDES ELÉCTRICAS EN BOGOTÁ		
Ítem	**Clasificación**	**Característica**
1	Según su construcción	Redes aéreas
		Redes subterráneas
2	De acuerdo con ubicación geográfica	Redes urbanas
		Redes rurales
3	Respecto a su tensión nominal primaria	Redes de 34.5 [kV].
		Redes de 11.4 [kV].
4	Respecto a su tensión nominal secundaria	Monofásico trifilar 240/120 [V]
		Trifásico tetrafilar 208/120 [V]
		Trifásico tetrafilar 380/220 [V]
		Trifásico 480/277 [V] en estrella y Trifásico 480/240 [V] en delta
5	De acuerdo con el tipo de cargas	Cargas residenciales
		Cargas comerciales
		Cargas Industriales
		Alumbrado público
		Cargas mixtas

Fuente: Autores.

2. TIPOS DE OPERACIÓN QUE SE REALIZAN EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN EN BOGOTÁ.

El sistema eléctrico de la ciudad de Bogotá está conformado por redes MT aéreas y subterráneas cuyo nivel de tensión corresponde a 11,4 [kV], actualmente cuenta con 42 Subestaciones de potencia ubicadas en puntos estratégicos de la ciudad. Una vez la tensión es transformada, las líneas MT son llevadas por los diferentes barrios y localidades, luego de esto, mediante transformadores de distribución ubicados en postes o puntos subterráneos, se realiza la transformación de la tensión a BT para suministrar energía a los diferentes puntos de consumo. La Figura 7 resume los tipos de operación bajo los cuales se intervienen las redes de media y baja tensión de la ciudad.

Figura 7. Esquema con los tipos de operación por los que se interviene la red de media y baja tensión de la ciudad de Bogotá.



Fuente: Autores.

Se puede pensar que el proceso de suministrar energía eléctrica a los diferentes consumidores puede llegar a ser un proceso sencillo, sin embargo, una vez cumplida la finalidad de suministrar el servicio, el operador de red debe garantizar la calidad de este, esto implica la ejecución de mantenimiento correctivo y preventivo sobre cada uno de los tramos de red y equipos que componen el sistema eléctrico de potencia. El mantenimiento de la red involucra múltiples factores que serán contemplados a continuación.

2.1. Mantenimiento correctivo.

Corresponde a las actividades o tareas que buscan corregir los defectos que se presentan sobre la red de distribución eléctrica o sus componentes y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios del servicio.

2.1.1. PQR (Petición, quejas y reclamos).

“Las PQR´s, derivadas directamente del derecho de petición previamente mencionado, son las herramientas que ofrece una Entidad/Autoridad a toda la ciudadanía, en ejercicio de su servicio al cliente para recibir, conocer y responder las inquietudes, solicitudes, reclamos, quejas, en torno a programas, actividades, proyectos de la misma Entidad/ Autoridad” [17].

Las PQR son peticiones realizadas por los clientes, en los casos en los cuales estas PQR´s implican intervenciones técnicas sobre la red para dar solución a dicha petición, ENEL CODENSA debe dar respuesta a esta solicitud en 15 días hábiles posterior a la recepción de esta.

Con base en lo anterior, algunas de las actividades ejecutados sobre las redes de distribución eléctrica están asociadas a la atención de este tipo de solicitudes, para dar una respuesta oportuna a las PQR asociadas a temas técnicos, CODENSA traslada esta solicitud a la empresa contratista encargada de la zona sobre la cual se reporta la solicitud, posterior a esto, la empresa contratista debe disponer de un recurso técnico que haga una visita a sitio para evidenciar las posibles soluciones. En esta visita se deben evidenciar los recursos, herramientas, materiales, maniobras y demás factores para dar solución a la solicitud.

2.1.2. Atención a fallas sobre la red MT/BT.

Corresponde a la atención oportuna de todas las fallas reportadas por los usuarios en cualquier momento del día, estas fallas suelen estar asociadas a condiciones meteorológicas adversas, hurtos o accidentes sobre la infraestructura, fallas técnicas por parte de los equipos, entre otros.

2.2. Mantenimiento preventivo.

Tiene por objeto garantizar el buen funcionamiento de los equipos y la red, programando las intervenciones de posibles puntos vulnerables identificados de manera oportuna, estas intervenciones suelen ser organizadas, ya que se realizan trabajos, aunque los equipos o la red no presenten síntomas de tener un problema.

2.2.1. Trabajos CREG 038 (Código de Medida).

“El código de medida es el compendio de requisitos técnicos y procedimientos aplicables a la medición de los consumos y transferencias de energía en el sistema interconectado nacional” [20]. Trabajos asociados a la desenergización total de subestaciones que cuentan con grupos de medida, para que el área comercial a cargo realice las adecuaciones requeridas sobre los equipos, garantizando el cumplimiento de lo estipulado por la CREG.

2.2.2. Solución de defectos de red.

Actividades enfocadas en la solución de posibles puntos de falla, identificados en visitas técnicas realizadas en terreno por personal de la distribuidora y que buscan garantizar la calidad del servicio por parte del operador de red. Estas actividades generalmente se ejecutan mediante actividades programadas, solo en casos críticos son atendidas mediante el área de mantenimiento correctivo.

2.2.3. Trabajos a terceros.

Peticiones puntuales generadas por usuarios que pueden involucrar trabajos sencillos o complejos. Entre los más comunes se evidencia, el traslado de postes en cercanía a predios, traslado de red BT y MT, traslado de equipos como transformadores o seccionalizadores, entre otros.

2.3. Trabajos de inversión.

Comprende todas las labores con las cuales se busca mejorar la vida útil y naturaleza del sistema eléctrico de potencia, enfocadas a garantizar una mejor calidad del servicio, preservar el estado de la red, mejorar los tiempos de operación, mitigar hurtos de energía, obtener información en tiempo real sobre el estado de la red, mejorar la seguridad para el personal operativo.

2.3.1. Remodelación de circuitos existentes.

Esta tarea se enfoca en identificar y modernizar circuitos que se encuentren por encima de su carga nominal, con infraestructura eléctrica que pueda generar un riesgo eléctrico, con probabilidad de expansión por mayor demanda, que completen un tiempo prudente sin ser intervenidos o que puedan estar expuestos a posibles hurtos sobre su infraestructura.

2.3.2. Construcción de nuevos circuitos.

Mitigar el índice de frecuencia y duración de las fallas sobre la red, disminuir la cantidad de clientes afectados ante posibles fallas, descargar circuitos que se encuentren cerca al punto máximo de su carga nominal, reducir afectación a clientes ante trabajos programados o no programados.

2.3.3. Instalación de equipos nuevos sobre la red.

Esta tarea se enfoca en la instalación de equipos como seccionalizadores (SZ) y reconectadores (RC) telecontrolados sobre la red, instalación de celdas telecontroladas en SF6 en subestaciones de local o sótano, equipos de telemedida. En la Figura 6 se evidencia la instalación de un equipo seccionador bajo carga en la red aérea de MT, con su respectivo gabinete de control.

Con el desarrollo de esta actividad se busca tener una topología de red mucho más confiable y sofisticada, permitiendo mejorar los tiempos para la operación de esta, controlando factores importantes como la cargabilidad de los circuitos, identificación más rápida de puntos de falla, disminución de recurso físico para la operación de los equipos, garantiza la seguridad para el personal que interactúa con la red en la ejecución de trabajos. En la Figura 8 se muestra un equipo SZ instalado sobre un circuito de media tensión de la ciudad de Bogotá.

Figura 8. Equipo nuevo tipo seccionalizador (SZ) instalado sobre la red MT de la ciudad de Bogotá.



Fuente: Autores.

2.3.4. Remodelación de subestaciones existentes.

La remodelación de subestaciones se enfoca en modernizar los equipos aprovechando los desarrollos tecnológicos actuales, está enfocado en garantizar la demanda de energía requerida en cada una de las zonas de la ciudad. Estos trabajos suelen realizarse de manera programada evitando al máximo la afectación a los usuarios asociados a cada línea.

2.3.5. Conexión de clientes nuevos a la red.

"Uno de los principios regulatorios más importantes dentro del sector eléctrico es el de libre acceso a las redes. En desarrollo de este principio, ENEL CODENSA como Operador de Red (OR), tiene la responsabilidad de asignar un punto de conexión que permita al cliente contar con un suministro energético eficiente acorde a sus necesidades de carga y características de operación del Sistema Eléctrico.

El Parágrafo 1 del Artículo 13 de la Resolución CREG 097 de 2008 con la cual se aprobó la metodología para el establecimiento de los cargos por uso de los Sistemas de Transmisión Regional y Distribución Local señala que los operadores de red deben disponer de un estudio técnico, que considere entre otros aspectos: pérdidas, regulación y calidad de su sistema que permita determinar, según la capacidad de

conexión solicitada por un usuario, el nivel de tensión al cual debería conectarse, sujeto a que exista capacidad disponible en el punto de conexión solicitado.” [22].

En atención con lo expuesto en los párrafos anteriores, la empresa distribuidora debe suministrar a sus clientes la asesoría necesaria para determinar los requisitos y condiciones que permitan suministrar un punto de conexión que cumpla y se acomode a la necesidad de cada cliente. Una vez el cliente cumpla con todos los documentos y aspectos técnicos solicitados, ENEL CODENSA deberá cumplir con los tiempos establecidos para la energización de los nuevos proyectos de acuerdo con lo asignado en estudio previo.

2.4. Tipos de trabajos realizados sobre la red eléctrica.

Para realizar operaciones sobre una red eléctrica es necesario un análisis previo que permita evidenciar la forma correcta bajo la cual se debe intervenir la red, de acuerdo con el tipo de trabajo a realizar. Existen dos formas para acceder a una red eléctrica, la primera de ellas; trabajo en líneas o redes desenergizada, la segunda; Trabajo en líneas o redes energizadas. Toda red eléctrica deberá ser operada por personal que demuestre tener las competencias requeridas de acuerdo con la especialidad a trabajar y deberá contar con todos los equipos de seguridad que apliquen para la labor a realizar.

2.4.1. Trabajos sin tensión o en línea desenergizada.

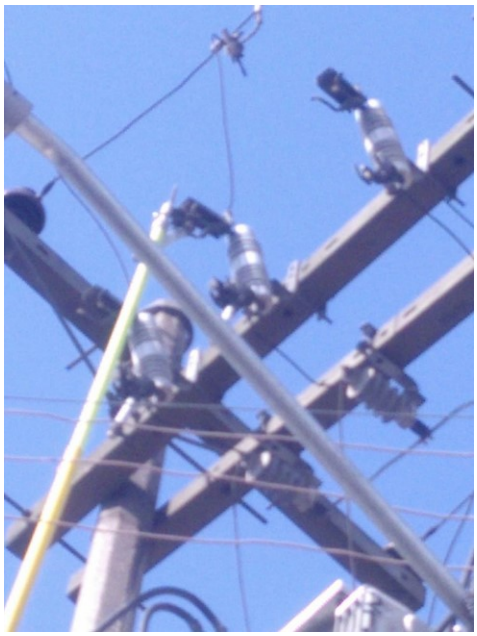
Todo trabajo que se ejecute sobre redes o equipos desenergizadas deben cumplir con la aplicación de las cinco reglas de oro y la aplicación de todo lo contenido en la resolución 1348 de 2009, a continuación, se mencionan las cinco reglas de oro.

2.4.1.1. Reglas de oro [23].

Realizar corte visible de todas las fuentes de tensión.

El corte se realiza mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo. La Figura 9, representa el momento en el cual se realiza la apertura de los cortacircuitos tipo cañuela, maniobra realizada por medio de una pértiga por la empresa colaboradora de ENEL CODENSA; Bureau Veritas.

Figura 9. Apertura de cortacircuitos con pértiga.

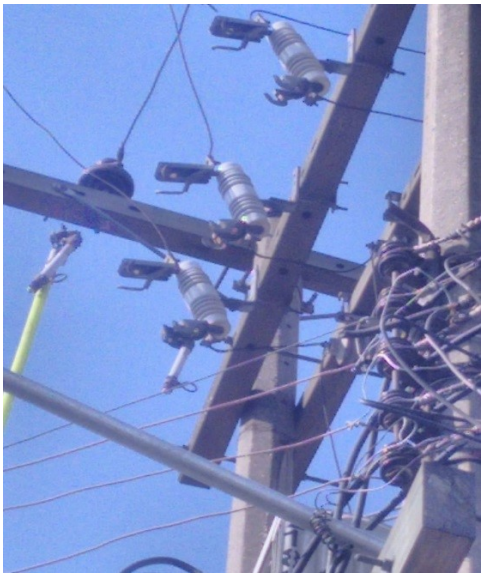


Fuente: Autores.

Condenación o bloqueo. sí es posible, de los aparatos de corte.

Todos los dispositivos de maniobra requeridos para realizar el corte efectivo de la fuente de energía deben ser bloqueados mecánicamente para impedir cualquier posible cierre antes del tiempo estimado, también debe existir señalización en el mando de los aparatos indicando “No energizar” o “prohibido maniobrar” y retirar los portafusibles de los cortacircuitos. Se llama “condenación o bloqueo” de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada. En la Figura 10, se visualiza el retiro de dos portafusibles y el posterior retiro del último para garantizar la condenación o bloqueo de un transformador aéreo de distribución.

Figura 10. Retiro de portafusibles en transformador aéreo de distribución.

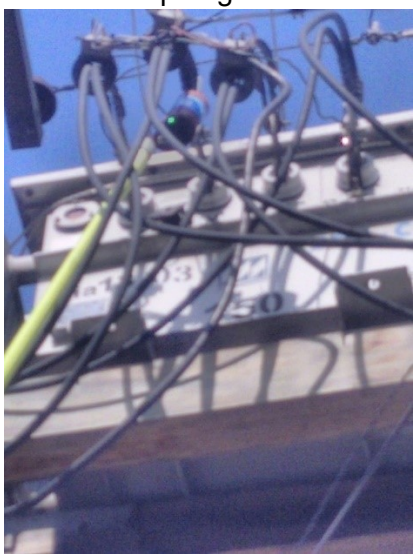


Fuente: Autores.

Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases.

Para verificar la ausencia de tensión se utiliza el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual debe probarse antes y después de cada uso. La Figura 11, muestra la medición de ausencia de tensión en cada una de las fases del transformador aéreo de distribución; una ilustración grafica de la tercera regla de oro.

Figura 11. Prueba de ausencia de tensión con probador de proximidad en pértiga.



Fuente: Autores.

Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que inciden en la zona de trabajo.

Es la operación de unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.

En tanto no estén efectivamente puestos a tierra, todos los conductores o partes del circuito se consideran como si estuvieran energizados a su tensión nominal.

Los equipos de puesta a tierra se deben manejar con pértigas aisladas, conservando las distancias de seguridad respecto a los conductores, en tanto no se complete la instalación.

Para su instalación, el equipo se conecta primero a tierra y después a los conductores que van a ser puestos a tierra, para su desconexión se procede a la inversa. Los conectores se deben colocar firmemente, evitando que puedan desprenderse o aflojarse durante el desarrollo del trabajo.

Los equipos de puesta a tierra se conectarán a todos los conductores, equipos o puntos que puedan adquirir potencial durante el trabajo. Cuando la estructura o apoyo tenga su propia puesta a tierra, se conecta a ésta. Cuando vaya a “abrirse” un conductor o circuito, se colocarán tierras en ambos lados.

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

En la Figura 12, se identifica la instalación de los electrodos de puesta a tierra temporales, con el cual se aterriza el sistema de distribución aéreo y se garantiza el cumplimiento de las reglas de oro.

Figura 12. Electrodos de puesta a tierra provisionales para garantizar una zona protegida.



Fuente: Autores.

Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

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

Cuando se trabaje sobre vías que no permitan el bloqueo del tránsito, se debe parquear el vehículo de la cuadrilla atrás del área de trabajo y señalizar en ambos lados de la vía. La Figura 13, muestra la señalización de la zona de trabajo como medida de prevención ante caída de objetos o ingreso de personal no autorizado a esta. Con esta señalización se busca garantizar la integridad de transeúntes y personal operativo.

Figura 13. Señalización de zona de trabajo.



Fuente: Autores.

2.4.1.2. Procedimientos de maniobra trabajos sin tensión.

Para garantizar un buen procedimiento de maniobra se deben identificar todos los riesgos asociados a la actividad que se van a realizar, reconocer los transformadores que serán intervenidos, analizar posibles puntos de apertura de la red de media tensión en caso de requerirse, validar puntos óptimos para la instalación de tierras que garanticen una zona protegida sobre la zona de trabajo definida.

Una vez realizado lo mencionado anteriormente, se debe indicar al operador de red el plan de trabajo, este plan de trabajo debe cumplir con los tiempos establecidos, soportes y permisos necesario para que se habilite la ejecución de los trabajos en la fecha y forma prevista.

“Las interrupciones programadas deberán ser comunicadas a los consumidores afectados con una antelación mínima de veinticuatro horas, por los siguientes medios:

a) Mediante comunicación individualizada, de forma que quede constancia de su envío, a los consumidores cuyos suministros se realicen a tensiones superiores a 1 kV y a los establecimientos que presten servicios declarados esenciales.

b) Mediante carteles anunciadores, situados en lugares visibles, en relación con el resto de los consumidores, y mediante dos de los medios de comunicación escrita de mayor difusión de la provincia.

En el caso de que la Administración Autonómica no autorice la interrupción programada y ésta ya haya sido anunciada a los consumidores, deberá informarse a éstos de tal circunstancia por los mismos medios anteriores.

En todos los casos, el documento de aviso deberá contener la fecha y la hora de inicio de la interrupción, así como la fecha y la hora de su finalización.” [24].

La Figura 14, corresponde a la ejecución de maniobras para realizar un cambio de red aérea de baja tensión.

Figura 14. Trabajo de cambio de red de baja tensión abierta a trenzada en línea desenergizada.



Fuente: Autores.

2.4.1.3. Resolución 1348 de 2009 Artículo 5º. Método de trabajo sin tensión (Desenergizado).

Esta resolución tiene por objeto adoptar el Reglamento de Salud Ocupacional en los Procesos de Generación, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica. En su artículo 5º esta resolución establece el método de trabajo sin tensión en redes eléctricas. A continuación, se relaciona lo estipulado.

a) “Todo trabajo en un equipo o una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico debe efectuarse sin tensión, salvo en los casos que se indican en este reglamento.

b) Para desenergizar o dejar sin tensión un equipo o instalación eléctrica, deben incorporarse a los procedimientos técnicos, las medidas de seguridad para prevención de riesgo eléctrico definidas en este reglamento, que serán aplicadas con carácter obligatorio por todo el personal que de una u otra forma tiene responsabilidad sobre los equipos e instalaciones intervenidos.

c) Se deben aplicar las cinco reglas de oro para trabajo en equipo sin tensión, que son: 1. Corte efectivo de todas las fuentes de tensión. Efectuar la desconexión de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y demás equipos de seccionamiento. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que permita identificar claramente las posiciones de apertura y cierre de manera que se garantice que el corte sea efectivo.

2. Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte. Operación que impide la reconexión del dispositivo sobre el que se ha efectuado el corte efectivo, permite mantenerlo en la posición determinada e imposibilita su cierre intempestivo. Para su materialización se puede utilizar candado de condenación y complementarse con la instalación de las tarjetas de aviso. En los casos en que no sea posible el bloqueo mecánico, deben adoptarse medidas equivalentes como, por ejemplo, retirar de su alojamiento los elementos extraíbles.

3. Verificación de ausencia de tensión. Haciendo uso de los elementos de protección personal y del detector de tensión, se verificará la ausencia de la misma en todos los elementos activos de la instalación o circuito. Esta verificación debe realizarse en el sitio más cercano a la zona de trabajo. El equipo de protección personal y el detector de tensión para utilizar deben ser acordes al nivel de tensión del circuito. El detector debe probarse antes y después de su uso para verificar su buen funcionamiento.

4. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión que inciden en la zona de trabajo, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

4.1. El equipo de puesta a tierra temporal debe estar en perfecto estado, los conductores utilizados deben ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en que se utilizan.

4.2. Se debe usar los elementos de protección personal.

4.3. Debe guardarse las distancias de seguridad dependiendo del nivel de tensión.

4.4. El equipo de puesta a tierra se conectará primero a la malla o electrodo de puesta a tierra de la instalación, luego a la silleta equipotencial (si se utiliza) y después a las fases que han de aterrizarse iniciando por el conductor o la fase más cercana.

4.5. Para su desconexión se procederá a la inversa.

4.6. Los conectores del equipo de puesta a tierra deben asegurarse firmemente.

4.7. Siempre que exista conductor de neutro, se debe tratar como si fuera una fase.

4.8. Evitar bucles o bobinas en los conductores de puesta a tierra.

5. Señalizar y demarcar la zona de trabajo. Es la delimitación perimetral del área de trabajo para evitar el ingreso y circulación operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente. Esta actividad debe garantizarse desde el arribo o ubicación en el sitio de trabajo y hasta la completa culminación del mismo.

PARÁGRAFO. La empresa elaborará los procedimientos a seguir para la aplicación en cada caso particular de puestas a tierra y en cortocircuito atendiendo las características propias de sus sistemas y utilizando sistemas de puestas a tierra que cumplan las especificaciones de las normas para tal efecto.” [41]

2.4.2. Trabajos en tensión o red energizada.

Los trabajos en redes energizadas tienen diferentes procedimientos de acuerdo con la forma utilizada para proteger el operario y al nivel de tensión sobre el cual se ejecuten los trabajos. los procedimientos son:

a. **"Trabajo a distancia:** En este método, el operario ejecuta el trabajo con la ayuda de herramientas montadas en el extremo de pértigas aislantes.

b. **Trabajo a contacto**: En este método, el operario se aísla del conductor en el que trabaja y de los elementos tomados como masa por medio de elementos de protección personal, dispositivos y equipos aislantes.

c. **Trabajo a potencial:** En el cual el operario queda al potencial de la línea de transmisión en la cual trabaja, mediante vestuario conductivo" [25].

En todos los casos se deben cumplir los siguientes requisitos, adaptados de la norma IEEE-516, la cual hace referencia a las normas ASTM, IEC, IEEE e ISO sobre accesorios y dispositivos:

2.4.2.1. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

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

a. "Un título que indique la naturaleza de la instalación intervenida, la descripción precisa del trabajo y el método de trabajo.

b. Medios físicos (materiales y equipos de protección personal y colectiva) y recurso humano.

c. Descripción ordenada de las diferentes fases del trabajo, a nivel de operaciones concretas.

d. Croquis, dibujos o esquemas necesarios" [25].

2.4.2.2. PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN

a. Todo liniero de línea viva, es decir, capacitado para trabajos en tensión, debe haber recibido una formación especial y estar habilitado para tal fin, lo cual deber ser demostrado mediante certificación.

b. Todo liniero de línea viva debe estar afiliado a la seguridad social y riesgos profesionales. Además, debe practicarse exámenes periódicos para calificar su estructura ósea o para detectar deficiencias pulmonares, cardíacas o sicológicas. Enfermedades como la epilepsia, consumo de drogas y alcoholismo también deben ser estudiadas por el médico.

c. El jefe del trabajo, una vez recibida la confirmación de que se tomaron las medidas precisas y antes de comenzar el trabajo, debe reunir y exponer a los linieros el procedimiento de ejecución que se va a realizar, cerciorándose que ha sido perfectamente comprendido, que cada trabajador conoce su función y que cada uno comprende cómo se integra en la operación conjunta.

d. El jefe del trabajo dirigirá y vigilará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten la seguridad. Al terminar los trabajos, verificará su correcta ejecución y comunicará al centro de control el fin de los mismos.

e. Ningún operario podrá participar en un trabajo en tensión si no dispone en la zona de trabajo de sus elementos de protección personal, que comprende:

   ~ En todos los casos: Casco aislante y guantes de protección.

- ~ En casos particulares, los equipos previstos en los procedimientos de ejecución a utilizar serán, entre otros: Botas dieléctricas o calzado especial con suela conductora para los trabajos a potencial, dos pares de guantes aislantes, gafas de protección contra rayos ultravioleta, manguitos aislantes, herramientas aislantes.

f. Cada operario debe cuidar de la conservación de su dotación personal. Estos materiales y herramientas deben conservarse en seco, al abrigo de la intemperie y transportarse en fundas, estuches o compartimientos previstos para este uso. No deben sacarse de los mismos hasta el momento de su empleo.

g. Antes de trabajar en un conductor bajo tensión, el operario debe unirse eléctricamente al mismo para asegurar su equipotencialidad con el conductor.

h. En el caso de presentarse lluvia o niebla, se pueden realizar los trabajos cuando la corriente de fuga por los elementos aislantes esté controlada y se mantenga por debajo de 1A por cada kV nominal de la instalación. En caso de no realizar control de la corriente de fuga y si la tensión es superior a 34,5 kV, estos trabajos deben ser interrumpidos inmediatamente.

i. En caso de tormentas eléctricas, los trabajos no deben comenzarse y de haberse iniciado se interrumpirán. Cuando las condiciones atmosféricas impliquen la interrupción del trabajo, se debe retirar al personal y se podrán dejar los dispositivos aislantes colocados hasta que las condiciones vuelvan a ser favorables.

j. Cuando se emplee el método de trabajo a contacto, los operarios deben llevar guantes aislantes revestidos con guantes de protección mecánica y guantes de algodón en su interior.

k. Todo operario que trabaje a potencial debe llevar una protección total tipo Jaula de Faraday.

l. En trabajos a distancia sobre con tensiones menores o iguales a 230 kV, cuando no se coloquen dispositivos de protección que impidan todo contacto o arco eléctrico con un conductor desnudo, la mínima distancia de aproximación al conductor es 0,8 m cuando las cadenas de aisladores sean menores a 0,8 m y la distancia mínima será igual a la longitud de la cadena cuando esta es mayor a 0,8 m. Esta distancia puede reducirse a 0,60 m para la colocación de dispositivos aislantes cerca de los puntos de fijación de las cadenas de aisladores y de los aisladores en sus soportes. Se entiende por distancia mínima de aproximación la distancia entre un conductor y una parte cualquiera del cuerpo del operario estando este situado en la posición de trabajo más desfavorable.

m. Todo equipo de trabajo en tensión debe ser sometido a ensayos periódicos de acuerdo con las normas técnicas o recomendaciones del productor. A cada elemento de trabajo debe abrírsele y llenársele una ficha técnica.

n. Los guantes aislantes deben ser sometidos a una prueba de porosidad por inyección de aire, antes de cada jornada de trabajo y debe hacérseles un ensayo de rigidez dieléctrica en laboratorio, mínimo dos veces al año.

o. Para las mangas, cubridores, protectores, mantas, pértigas, tensores, escaleras y demás equipo, se debe hacer mínimo un ensayo de aislamiento al año.

p. Los vehículos deben ser sometidos a una inspección general y ensayos de aislamiento a las partes no conductoras, mínimo una vez al año.” [23]

2.4.2.2. Resolución 1348 de 2009 Artículos 6º, 7º, 8º. Método de trabajo con tensión (Energizado).

Esta resolución En su artículo 6º establece el método de trabajo con tensión en redes eléctricas. A continuación, se relaciona lo estipulado.

a) “Los trabajos sean ejecutados en instalaciones con tensiones de seguridad por debajo de 25 voltios, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura.

b) La naturaleza de las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones que así lo exijan, por ejemplo, la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.

c) Los trabajos en proximidad de equipos o instalaciones, cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro de servicio, así lo requieran. La empresa debe establecer procedimientos para ejecutar trabajos en tensión, incluyendo todas las medidas de seguridad y salud ocupacional necesarias, de acuerdo con el método elegido, ya sea con método de trabajo a potencial, método de trabajo a distancia, método de trabajo en contacto con tensión.

PARÁGRAFO 1o. Cuando se requiera ejecutar un trabajo en tensión para el que no se disponga un procedimiento, será necesario que la forma de hacer el trabajo sea analizada minuciosamente por una persona habilitada en trabajos en tensión, de manera que se incluyan todas las medidas de seguridad. Salvo en condiciones de emergencia, riesgo inminente o fuerza mayor. Este nuevo procedimiento debe ser verificado o aprobado por una instancia superior. Para todos los casos debe quedar registrado el procedimiento en el plan de trabajo o informe final de trabajo ejecutado. En todo caso, debe realizarse un procedimiento para ese trabajo.

PARÁGRAFO 2o. Solamente ejecutarán trabajos en tensión aquellos trabajadores que estén debidamente capacitados, entrenados y cuenten con la autorización (habilitación) de la empresa, previo cumplimiento del perfil ocupacional. Adicionalmente, se debe tener vigente su certificación laboral por competencias para esa labor, conforme a la legislación para el efecto.

ARTÍCULO 7o. PERFIL OCUPACIONAL DEL EJECUTOR DE TRABAJO CON TENSIÓN.

Para la ejecución segura y eficiente de trabajos en línea viva, se requiere personal calificado que incluya dentro de su perfil ocupacional, entre otras, las siguientes condiciones:

a) Alto grado de habilidad manual, buena coordinación visual y motora, capacidad de concentración, gran sentido de responsabilidad y compañerismo, desarrollo normal del sistema propioceptivo y funcionamiento normal del sistema vestibular.

b) Alto grado de compatibilidad para el trabajo en grupo que le permita una buena coordinación y sincronización en el trabajo a desarrollar.

c) Conocer los dispositivos de corte eléctrico y sus características. d) Conocer los equipos de seguridad y normas para su uso.

ARTÍCULO 8o. MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN TRABAJOS CON TENSIÓN.

En el sector eléctrico para la realización de trabajos con tensión, se deben observar las siguientes medidas y acciones de prevención:

a) Habilitación: Las empresas deben elaborar un procedimiento para la habilitación de los trabajadores, la cual será por períodos de tiempo definidos por la empresa y no superiores a un año, la cual se renovará si es probada su competencia técnica, su aptitud física y mental, su experiencia y continuidad en los trabajos para los cuales fue habilitado. La autorización debe retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando sus condiciones psicofísicas no son satisfactorias.

b) Inspección previa de evaluación: Para determinar si es posible ejecutar un trabajo en tensión, es necesario cumplir con una inspección previa donde el personal habilitado y autorizado evalúe la viabilidad técnica y el riesgo asociado para las personas y para el sistema, cumpliendo lo estipulado en las etapas de diagnóstico, planeación y ejecución de trabajos descrito en las condiciones generales de este reglamento. Los procedimientos deben documentarse y pueden ser normalizados, pero, en su aplicación, deben ajustarse a cada situación específica.

c) Protección del trabajador: Los procedimientos, equipos y materiales utilizados en el método de trabajo empleado deben asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no entre en contacto accidentalmente con cualquier otro elemento o potencial distinto al suyo.

El personal ejecutor debe verificar el buen estado y usar los elementos de protección personal, conforme con los procedimientos previstos, las responsabilidades asignadas y la técnica a utilizar (contacto, distancia o a potencial).

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

Para garantizar que las herramientas y equipos utilizados para realizar trabajos en tensión ofrecen la seguridad requerida para la labor, las empresas deben:

1. Establecer una programación periódica de pruebas para los equipos de trabajo en tensión de acuerdo con los procedimientos.

2. Las herramientas que presenten valores de prueba fuera de los aceptados deben ser marcadas y retiradas de uso.

3. Conocer las cargas máximas mecánicas que soportan cada una de las herramientas que se utilicen de acuerdo con las fichas técnicas y nunca sobrepasar esta carga.

4. Las manilas dieléctricas deben ser almacenadas, transportadas en recipientes plásticos que permitan cubrirse o aislarse del medio externo. Durante su uso se debe evitar el contacto directo con el suelo u otros productos que deterioren el elemento. Estas deben manipularse con guantes limpios.

5. Diligenciar la hoja de vida para cada una de las herramientas.

e) Documentación y procedimientos: La empresa establecerá procedimientos y elaborará documentos escritos sobre las características técnicas, el almacenamiento,

transporte, aplicación, pruebas y mantenimiento que requieran los accesorios aislantes, las herramientas aisladas, los equipos de medida y los elementos de protección personal, entre otros.

f) Trabajos a la intemperie: En trabajos a la intemperie se deben tener presentes las condiciones de humedad relativa, la presencia de tormentas eléctricas, lluvias, neblina, vientos fuertes u otras condiciones climáticas que pongan en riesgo a los ejecutores, o dificulten la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas deben interrumpirse en caso de tormenta.” [41].

La Figura 15, ilustra un trabajo en línea energizada en la red eléctrica de MT, con la ayuda de un carro canasta con brazo y vaso hidráulico.

Figura 15. Instalación de equipo seccionalizador (SZ) en línea energizada.



Fuente: Autores.

2.4.3. Tipificación de trabajos conforme al proceso y tipo de intervención sobre la red

Para poder tener un contexto claro sobre la priorización que se debe tener al momento de intervenir las redes de distribución de la ciudad de Bogotá, se hace necesario conocer y clasificar los procesos por los cuales se genera la necesidad de la intervención sobre las redes. Esta clasificación ayuda a dimensionar las prioridades y los recursos requeridos para poder atender cada una de las solicitudes.

La Tabla 12 muestra el resumen general, de la clasificación de las fuentes que originan la intervención de las redes de distribución eléctrica de Bogotá.

Tabla 12. Clasificación conforme a la fuente de solicitud y tipo de trabajo a ejecutar.

PROCESO	Tipo de trabajo	
	Trabajos sin Tensión	Trabajos en tensión

Tabla 12. Clasificación conforme a la fuente de solicitud y tipo de trabajo a ejecutar.

PROCESO		Tipo de trabajo	
		Trabajos sin Tensión	**Trabajos en tensión**
Mantenimiento correctivo	PQR (Pregunta, quejas y reclamos).	X	X
	Atención a fallas sobre la red MT/BT.	X	X
Mantenimiento preventivo	Trabajos CREG 038 (Código de Medida).	X	X (Solo en el caso en que la alimentación de la S/E provenga de una red aérea)
	Solución de defectos de red.		
	Trabajos a terceros.	X	X
Trabajos de inversión	Remodelación de circuitos existentes.	X	X
	Construcción de nuevos circuitos	X	X (Solo en el momento de energizar los tramos de red nuevos.)
	Instalación de equipos nuevos sobre la red.	X (Solo en el caso en que se requiera cambiar posteria y cambiar red BT)	X
	Remodelación de subestaciones existentes.	X	X
	Conexión de clientes nuevos a la red.	X	X (Solo en el caso en que la alimentación de la S/E provenga de una red aérea)

Fuente: Autores

En la Tabla 13, se identifica la clasificación de las diferentes solicitudes, de acuerdo al tipo de operación de las redes de distribución eléctrica.

Tabla 13. Clasificación conforme a la fuente de solicitud y etapa del proceso al que corresponde.

PROCESO		Tipo de Operación			
		Planeación	**Operación**	**Construcción**	**Mantenimiento**
Mantenimiento correctivo	PQR (Pregunta, quejas y reclamos).				X
	Atención a fallas sobre la red MT/BT.				X

PROCESO		Tipo de Operación			
		Planeación	Operación	Construcción	Mantenimiento
Mantenimiento preventivo	Trabajos Creg 038 (Código de Medida).	X	X		
	Solución de defectos de red.	X	X		
	Trabajos a terceros.	X	X		
Trabajos de inversión	Remodelación de circuitos existentes.	X	X		X
	Construcción de nuevos circuitos	X	X	X	X
	Instalación de equipos nuevos sobre la red.	X	X	X	X
	Remodelación de subestaciones existentes.	X	X	X	X
	Conexión de clientes nuevos a la red.			X	X

Fuente: Autores.

2.5. Tipos de operación realizados sobre las redes de distribución eléctrica de Bogotá.

En las redes de distribución eléctrica de la ciudad se resaltan cuatro etapas principales: planeación, construcción, operación y mantenimiento; donde cada una es consecutiva de la anterior. Igualmente, cada una de las etapas mencionadas cuenta con unas características propias, las cuales serán descritas a continuación.

2.5.1. Planeación.

La etapa de planeación se conoce comúnmente como el diseño o la ingeniería del proyecto, esta fase se origina por las solicitudes y procesos descritos anteriormente (resumidos en la tabla 12).

En la planeación de un proyecto se debe realizar el diseño eléctrico, teniendo en cuenta las necesidades de cada una de las solicitudes y cumplir con la normatividad vigente; esta fase debe contar con un plano eléctrico existente y proyectado, unas memorias de cálculo que soporten que el diseño plasmado en el plano cumple con los principales aspectos de todo proyecto eléctrico como regulación de tensión, cargabilidad de las líneas eléctricas, distancias de seguridad, plan de ordenamiento territorial (POT), curvas de protecciones y análisis de riesgos.

Las áreas de Ingeniería y unidad operativa de Bogotá de ENEL CODENSA, son las encargadas de definir los proyectos de planeación, con la opción técnica y económicamente óptimas.

2.5.2. Construcción.

Por su parte la etapa de la construcción corresponde a la implementación del diseño del proyecto, esta fase debe ceñirse a implementar lo plasmado en el diseño, realizando los cambios de rutas las rutas las líneas e incluso el tipo de red en algunos tramos, o solucionando los inconvenientes y realizando las modificaciones pertinentes para que le proyecto cumpla con la normatividad actual.

Las principales características de esta fase, corresponde a garantizar que la construcción de la infraestructura eléctrica cumpla con distancias de seguridad y se encuentre con los materiales y equipos avalados.

La construcción en las redes de distribución eléctrica de Bogotá es realizada por empresas contratistas y con la interventoría de las unidades operativas de ENEL CODENSA de cada zona.

2.5.3. Operación.

La operación de las redes de distribución es garantizar el correcto funcionamiento de estas, para ello el centro de control de media tensión de ENEL CODENSA se encarga de monitorear las redes, en caso de alguna falla o inconveniente sobre las mismas; el centro de control entra en comunicación con la unidad operativa Bogotá, para que ellos se encarguen de gestionar con sus respectivas empresas colaboradoras la revisión o los trabajos necesarios para la correcta operación de las redes eléctricas.

Las principales características de la operación son garantizar el buen funcionamiento del sistema de distribución, garantizar la apertura o bloqueo de los equipos necesarios para la realización de alguna maniobra, verificar que las personas que van a manipular las redes o a realizar algún trabajo sobre las mismas, cuenten con los permisos necesarios para la tarea a efectuar.

2.5.4. Mantenimiento

Los trabajos de mantenimiento, ya sea predictivo, preventivo o correctivo tienen como finalidad garantizar, mejorar o restablecer el servicio de energía eléctrica para disminuir al máximo las posibilidades que se presente una falla o restablecer el servicio lo más pronto posible en caso de falla.

La principal característica de la fase del mantenimiento corresponde a la menor afectación o corte del servicio en los usuarios; por temas de regulación el operador de red debe garantizar unos indicadores de interrupción y frecuencia del servicio de energía eléctrica (SAIDI y SAIFI).

La etapa de mantenimiento es responsabilidad de las unidades operativas de ENEL CODENSA de las zonas de la ciudad (Norte, centro y sur) en conjunto con las seis empresas colaboradoras de las diferentes subzonas.

En la Tabla 14, se resumen las zonas de operación de las redes de distribución de Bogotá, manejado en la actualidad por ENEL CODENSA. Para cada una de estas zonas, se cuenta con una empresa colaboradora, la cual es la encargada de realizar los trabajos de inversión y mantenimiento de las redes eléctricas [36].

Tabla 14. Zonas de la unidad operativa de Bogotá de ENEL CODENSA.

UNIDAD OPERATIVA	ZONA	LOCALIDADES
SUR	ZONA I Sur Oriente	Ciudad Bolívar
		Tunjuelito
		Usme
	ZONA II Sur Occidente	Bosa
		Kennedy
		Soacha
CENTRO	ZONA III Centro Oriente	Antonio Nariño
		Candelaria
		Mártires
		Puente Aranda
		Rafael Uribe
		San Cristóbal
		Santafé
		Teusaquillo

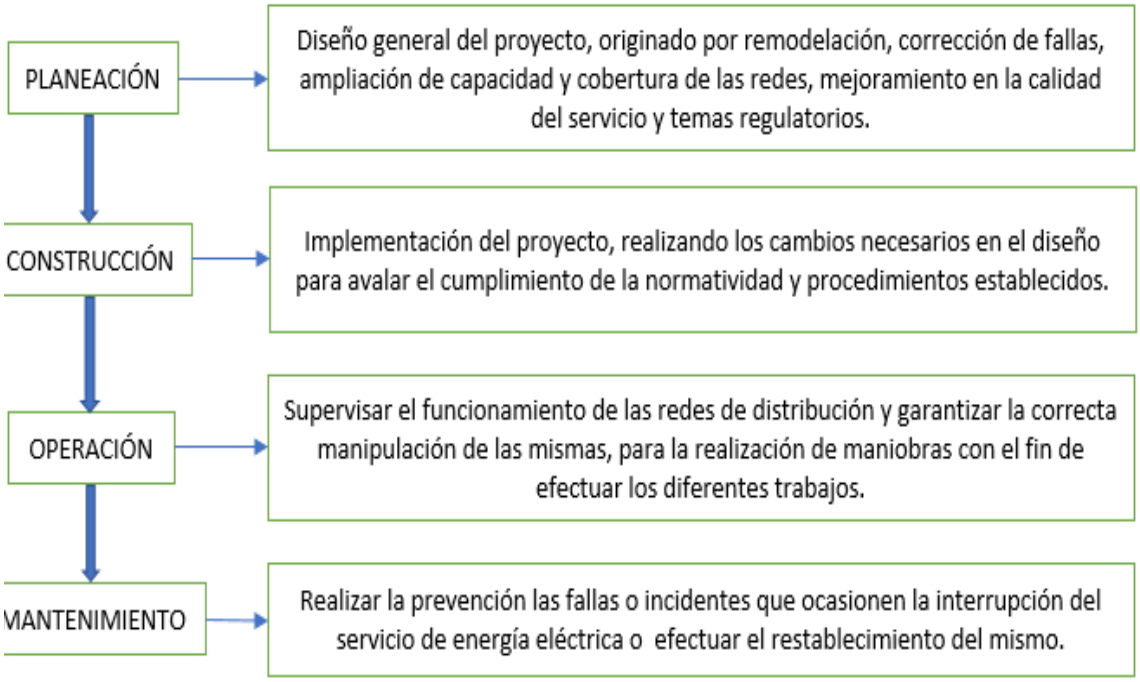
Tabla 14. Zonas de la unidad operativa de Bogotá de ENEL CODENSA.

UNIDAD OPERATIVA	ZONA	LOCALIDADES
NORTE	ZONA IV Centro Occidente	Engativá
		Fontibón
	ZONA V Norte Occidente	Suba
	ZONA VI Norte Oriente	Barrios Unidos
		Chapinero
		Usaquén

Fuente: ENEL CODENSA, Especificación técnica, "Anexo No. 2.2. Tabla de clasificación del territorio operaciones técnicas", Bogotá, 2018

La Figura 16, muestra de manera gráfica, un resumen acerca de los tipos de operación que se realizan en la ciudad de Bogotá, con las principales características que tiene cada uno de ellos.

Figura 16. Esquema de resumen sobre los tipos de operación de las redes de distribución eléctrica de Bogotá

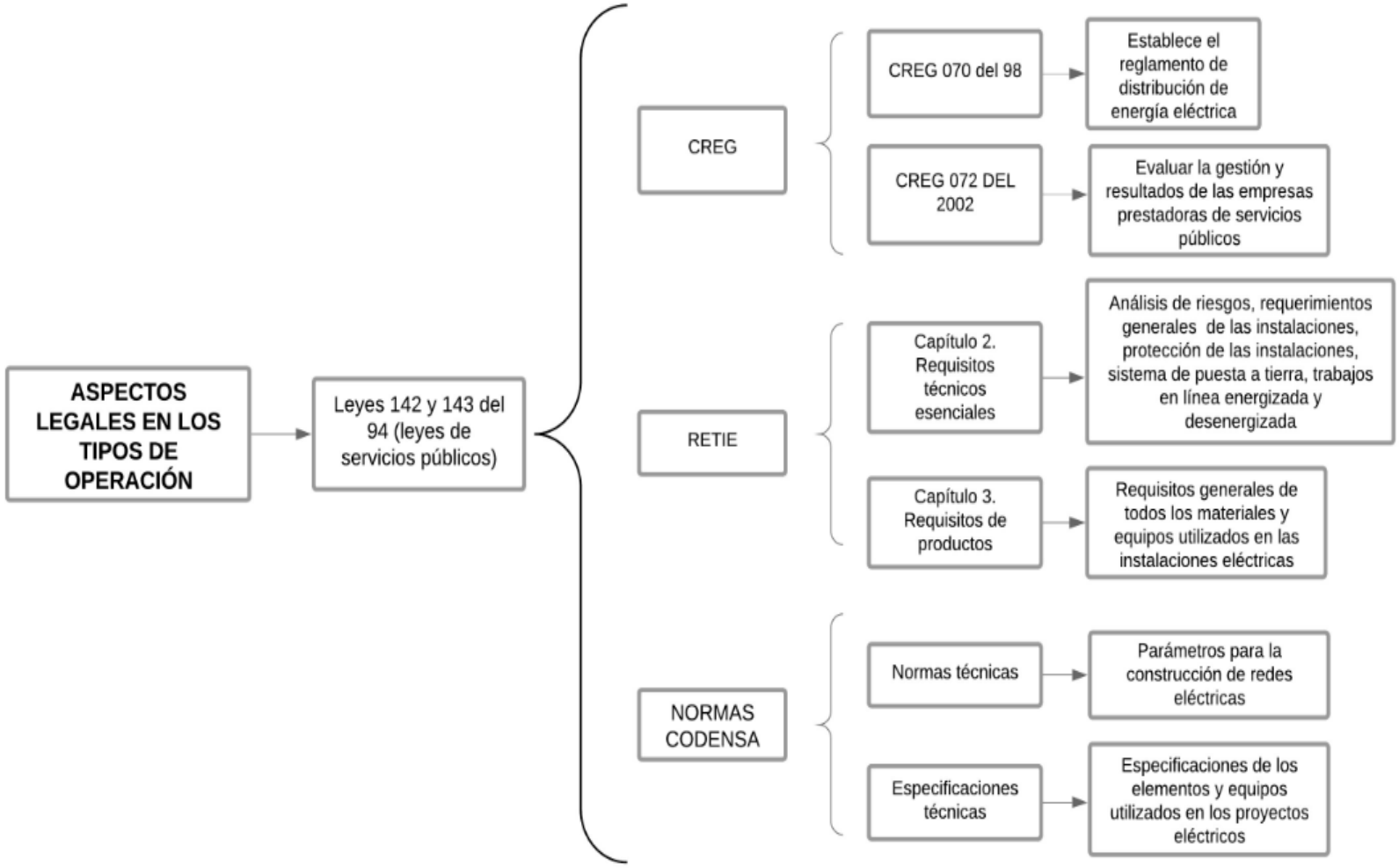


Fuente: Autores.

3. MARCO NORMATIVO APLICADO EN LA OPERACIÓN DE LAS REDES.

El marco legal de la energía eléctrica en Colombia se originó con las leyes 142 y 143 de 1994, denominadas leyes de servicios públicos. La ley 142 del 94 principalmente se encarga de garantizar la libre competencia en el mercado de la energía y regular los monopolios, igualmente, se estipulan unos principios generales que rigen la prestación de los servicios públicos, de esta manera la labor del estado es velar porque los servicios sean ofrecidos de una manera eficiente y acorde con el marco legal; por su parte la ley 143 determina los parámetros para la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica. La Figura 17 evidencia el esquema normativo que está inmerso en los diferentes tipos de operación realizada sobre la red eléctrica de la ciudad de Bogotá.

Figura 17. Esquema marco normativo en los tipos de operación.



Fuente: Autores

Las leyes descritas anteriormente dieron origen a entidades de regulación, control y vigilancia como la Superintendencia de Servicios Públicos, la CREG, de igual manera se produjo la creación e implementación de reglamentos y normatividad como el RETIE (Resolución MME No. 18 0398 de 2004), RETILAP, NTC 2050 entre otras normas NTC y normas ENEL CODENSA.

En el presente capítulo se resalta la normatividad que se encuentra asociada a los diferentes tipos de las redes de distribución de la ciudad.

3.1. Normatividad y aspectos legales a tener en cuenta en la planeación y construcción.

Las etapas de planeación y construcción coinciden en aspectos legales, con base en esto, en este punto se unifica el análisis para estos dos procesos, es importante tener en cuenta que en la etapa de la planeación es necesario analizar las normas de la fase constructiva, pues no se puede realizar un diseño sin haber realizado previamente una

visita al sitio donde será implementado el proyecto, lo anterior con el fin de identificar las condiciones actuales de la infraestructura cercana o existente en el sitio del proyecto.

3.1.1. RESOLUCIONES CREG

CREG 070 de 1998

Respecto a los casos de las nuevas solicitudes de clientes, acerca de la prestación el servicio de energía eléctrica se establece lo siguiente; “Respecto a la conexión de cargas se destacan los siguientes aspectos:

- El Operador de Red está en la obligación de ofrecer al usuario un punto de conexión factible a su sistema cuando éste lo solicite y garantizará el libre acceso a la red. Para tal efecto, el usuario deberá informar sobre la localización del inmueble, la potencia máxima requerida y el tipo de carga.
- El operador de red podrá especificar un nivel de tensión de conexión diferente al solicitado por el Usuario por razones técnicas debidamente sustentadas.
- En el evento que la confiabilidad y calidad requeridas por el Usuario sean superiores a los estándares establecidos y para mejorarlas se requieran obras de infraestructura para reforzar el sistema de transmisión regional (STR) y/o sistema de distribución local (SDL) que opera el operador de red, el pago de los costos que resulten será asumidos por el Usuario.
- Lo dispuesto por el artículo 4.4.1. “solicitud de factibilidad del servicio y puntos de conexión” de la Resolución CREG 070 de 1998.
- El contenido del artículo 4.4.2 respecto de la “solicitud de conexión” de la Resolución CREG 070 de 1998. Y el artículo 4.4.3 de la Resolución CREG 070 de 1998, que señala los “plazos y procedimientos para la aprobación o improbación de las solicitudes de conexión por parte del operador de red (OR)” [18].

Otro aspecto relevante de la presente resolución es que establece a las empresas operadoras de sistema de transmisión regional (STR) y sistema de distribución local (SDL) como empresas de servicios públicos y con esta catalogación, los operadores de red deben empezar a cumplir con otras normativas, como las expuestas en las resoluciones CREG 005 de 1996 y CREG 072 de 2002.

En la fase constructiva, específicamente en la puesta en servicio de la conexión, se establece que para poner en servicio o realizar la energización del proyecto eléctrico, el operador de red (OR) deberá verificar que el proyecto se encuentre construido bajo los parámetros de toda la normativa vigente. “Previo a la puesta en servicio de una conexión, el operador de red (OR) deberá verificar que la Acometida y, en general, todos los equipos que hacen parte de la conexión del usuario cumplan con las normas técnicas exigibles. Así mismo, deberá verificar que las operaciones de los equipos de los Usuarios no deterioran la calidad de la potencia suministrada a los demás Usuarios.

El Usuario deberá coordinar con el operador de red (OR) la realización de las pruebas y maniobras que se requieran para la puesta en servicio de la conexión.

El operador de red (OR) podrá exigir previa sustentación, el cumplimiento de un procedimiento de homologación y/o los protocolos de pruebas de los diferentes equipos a instalar por un nuevo Usuario, o por la ampliación de la capacidad de un Usuario existente” [18]

CREG 108 DE 1997

Así como el operador de red (OR) está en la obligación de dar un punto de conexión al usuario que lo solicite, cuenta con algunas excepciones que se encuentran contempladas en la resolución CREG 108 de 1997. “Artículo 17. Negación del servicio. La empresa sólo podrá negar la solicitud de conexión del servicio en los siguientes casos:

a) Por razones técnicas susceptibles de ser probadas que estén expresamente previstas en el contrato.

b) Cuando la zona haya sido declarada como de alto riesgo, según decisión de la autoridad competente.

c) Cuando el suscriptor potencial no cumpla las condiciones establecidas por la autoridad competente.

La negación de la conexión al servicio deberá comunicarse por escrito al solicitante, con indicación expresa de los motivos que sustentan tal decisión. Contra esa decisión procede el recurso de reposición ante la empresa, y en subsidio el de apelación ante la Superintendencia de Servicios Públicos, conforme a las normas legales, que regulan los recursos ante las empresas de servicios públicos” [19].

El operador de red también dará al cliente el tipo de proyecto a presentar y los parámetros que debe presentar en el diseño; por lo que es obligación del usuario cumplir a cabalidad con los requisitos técnicos estipulados, teniendo en cuenta lo estipulado en el RETIE, NTC 2050 y normas CODENSA.

CREG 005 de 1996 - CREG 072 de 2002

Teniendo en cuenta que la resolución CREG 070 de 1998 cataloga a los operadores de los sistemas de transmisión regional (STR) y sistemas de distribución local (SDL) como empresas de servicios públicos. Debido a esta catalogación tiene aplicabilidad las resoluciones CREG 005/96 y CREG 072/02, donde se exige a las empresas de servicios públicos presentar anualmente planes estratégicos, planes de acción, planes de inversión, planes financieros, entre otros.

Los planes descritos anteriormente deben contar con unos plazos de cumplimiento por parte de las empresas de servicios públicos. “Las empresas de servicios públicos deberán tener un Plan de Gestión, para cada una de las actividades del servicio que prestan, de corto (un año), mediano (dos años) y largo plazo (tres años), el cual debe actualizarse anualmente. Dichos planes no estarán sujetos a aprobación dada la modificación introducida por la Ley 689 de 2001 a la Ley 142 de 1994” [32].

El operador de red ENEL CODENSA, en cumplimiento de su plan de gestión, exigidos por la CREG, realiza diferentes planes de inversión y para ello se apoya de empresas colaboradoras para ellas realicen la planeación e implementación de los diferentes planes de inversión.

3.1.2. Normas ENEL CODENSA

El operador de red ha establecido una serie de normas que deben tenerse en cuenta en las etapas de diseño (ingeniería) y construcción de los proyectos eléctricos, esta norma solo tiene aplicabilidad en la zona de influencia del operador de red. En este ítem se realizará una síntesis de las normas más importantes a tener en cuenta en la fase de diseños de los proyectos eléctricos.

Tipos de diseños de proyectos por los clientes [21]

En el proceso del estudio de factibilidad, el operador de red podrá indicar al usuario diferentes tipos de proyectos y sus respectivos requisitos asociados a cada uno de ellos. Esta tipificación se encuentra establecida por el departamento de obras de media tensión de ENEL CODENSA, de acuerdo con la carga solicitada por el cliente, infraestructura eléctrica existe y otras características propias de la solicitud del usuario.

A continuación, se establecen los tipos de proyectos mencionados anteriormente:

Serie 0 (Urbanismo): Redes de urbanismo.

Serie 1 (Redes de MT): Son los diseños relacionados con la construcción de redes media tensión para la conexión de subestaciones dentro del mismo predio.

Serie 3 (Subestaciones): Son los aquellos proyectos relacionados con el diseño de subestaciones Media Tensión/Media Tensión MT/MT – Media Tensión/Baja Tensión MT/BT.

Serie 4 (Redes de BT): Corresponden a todos los proyectos relacionados con las redes de Baja Tensión (BT) desde el transformador existente hasta el punto de medida del usuario.

Serie 5 (Transformador en poste): Un diseño Serie 5 se encuentra relacionado con el diseño y montaje de transformadores tipo poste. Principalmente se llevan a cabo en zonas de Cundinamarca; debido a que en Bogotá no se permite el desarrollo de este tipo de proyectos.

Serie 6 (Alumbrado Público): Cuando existen diseños exclusivos de expansiones u obras proyectadas por los municipios. Los alumbrados de las áreas de cesión deben presentarse como diseños Serie 6.

Por su parte el cliente, deberá ceñirse a las condiciones técnicas de servicio dadas por el operador de red y realizar unos de los diseños descritos anteriormente. Para ello también se deben tener en cuenta todas las normas y especificaciones técnicas de ENEL CODENSA.

En la Tabla 15, se presenta un resumen de las normas y especificaciones técnicas definidas por el operador de red de la ciudad de Bogotá; ENEL CODENSA. Las mismas pueden ser consultadas en el aplicativo propio de ENEL [28]

Tabla 15. Normas y especificaciones técnicas ENEL CODENSA.

Tipo	Proceso
NORMAS TÉCNICAS	Acometidas y medidores
	Alumbrado público
	Cables subterráneos
	Centros de transformación para redes aéreas urbanas y rurales
	Centros de transformación para redes subterráneas
	Líneas aéreas rurales de distribución
	Líneas aéreas urbanas de distribución
	Niveles de tensión de conexión de cargas de clientes
ESPECIFICACIÓN ES TÉCNICAS	Índice
	Aisladores
	Cables
	Cajas de inspección, ductos y accesorios
	Cajas, armarios y medidores
	Crucetas, vigas y cercos
	Equipos de maniobra, de protección contra sobre corriente y sobretensiones
	Herrajes y conectores
	Materiales de AP
	Materiales para puesta a tierra
	Postes
	Terminales, empalmes, barrajes y cintas
	Transformadores
	Otros

Fuente: ENEL CODENSA, “Likinormas”, 2019

3.1.3. RETIE

El reglamento técnico de instalaciones eléctricas es el código de aplicabilidad a nivel nacional y el cual rige todas las instalaciones eléctricas (con las excepciones del Artículo 2. Campo de aplicación). Cabe resaltar que la versión actual del RETIE corresponde a la del 30 de agosto del año 2013; adicionalmente, por medio de las Resoluciones 90907 de 2013, 90795 de 2014, 40492 de 2015, 40157 de 2017 y 40259 de 2017 se modifican y aclaran algunos artículos del Anexo General de la Resolución 90708 de 2013 [26]. Sin embargo, actualmente se está revisando el borrador de la versión del RETIE 2019 para ser publicada próximamente.

Los principales artículos para tener en cuenta en la etapa de planeación o diseño son:

Artículo 9. Análisis de riesgos de origen eléctrico

Este artículo es una consideración muy importante para el diseño y la construcción de las redes de distribución y proyectos eléctricos en general; porque con el análisis del riesgo se identifican las medidas para mitigarlo como: protecciones eléctricas, sistemas de apantallamiento y puesta a tierra (PAT), instalaciones eléctricas de seguridad y/o respaldo, materiales y equipos a utilizar, y control de cambios en la parte constructiva.

Artículo 10. Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas

Se brindan consideraciones de los tipos de diseño para instalaciones de uso final, igualmente, se determinan las personas que pueden intervenir las instalaciones eléctricas [27]. “Conforme a la legislación vigente, la competencia para realizar bajo su responsabilidad directa actividades de construcción, modificación, reparación, operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas, corresponderá a los siguientes profesionales, quienes responderán por los efectos resultantes de su participación en la instalación:

a. Ingenieros electricistas, electromecánicos, de distribución y redes eléctricas, de conformidad con las Leyes 51 de 1986, 842 de 2003, las demás que la adicionen, modifiquen o sustituyan. Ingenieros electrónicos, Ingenieros de Control y de otras ingenierías especializadas en actividades relacionadas con las instalaciones eléctricas, sólo podrán ejecutar la parte o componente de la instalación eléctrica que le corresponda a su especialización y competencia técnica y legal.
b. Tecnólogos en electricidad o en electromecánica, de acuerdo con la Ley 842 de 2003 y en lo relacionado con su Consejo Profesional se regirá por la Ley 392 de 1997 de conformidad con lo establecido en la Sentencia C - 570 de 2004.
c. Técnicos electricistas conforme a las Leyes 19 de 1990 y 1264 de 2008, en el alcance que establezca su matrícula profesional para el ejercicio de la profesión a nivel medio”.

De igual manera, en este artículo se estipulan unas obligaciones tanto para diseñadores y constructores, las cuales deberán cumplir cuando realicen la intervención en una instalación eléctrica; de lo contrario estarán expuestos penalidades que pueden ir desde la pérdida de la matrícula profesional hasta otras sanciones legales.

Igualmente, la sección 10.3. se definen los productos utilizados en las instalaciones eléctricas; en esta parte se estipulan algunas características propias de los elementos utilizados en la implementación de los sistemas eléctricos.

Responsabilidades del constructor

El constructor de la obra eléctrica debe garantizar una serie de requisitos que den cumplimiento con el RETIE: contratar a las personas con las competencias adecuadas, actualizar los planos finales de como quedo la obra, utilizar productos y materiales avalados, señalizar correctamente las zonas de trabajo donde se presente riesgo de contacto eléctrico.

Artículo 13. Distancias de seguridad.

Las distancias de seguridad corresponden a un importante aspecto en las etapas tanto de diseño, como de construcción. En este artículo se estipulan las distancias mínimas horizontales y verticales para redes energizadas, respecto a estructuras, viviendas o edificios.

En la fase de construcción representan uno de los mayores inconvenientes; ya que el desarrollo constante del área civil; ocasiona el no cumplimiento de las distancias de seguridad, respecto a los diseños y son los ingenieros constructores e interventores, quienes deben estar en constante comunicación con el diseñador y poder realizar oportunamente el acta de control de cambios entre el diseñador y constructor, o las modificaciones que el ingeniero constructor determine para el cumplimiento del presente reglamento..

Artículo 14. Campos electromagnéticos.

La exposición a campos eléctricos y electromagnéticos también es un aspecto a tener en cuenta en la etapa de diseño o de planeación; sin embargo, en las redes de distribución de energía eléctrica de la ciudad de Bogotá es muy poco utilizado, ya que

su mayor aplicabilidad se da en redes de transmisión Alta Tensión y Extra Alta Tensión. En distribución, la mínima utilización es en las redes subterráneas en las cuales las canalizaciones comparten ductos con redes de comunicaciones, para realizar los cálculos pertinentes de campos electromagnéticos para que no afecten ninguna de las redes.

Artículo 15. Puesta a tierra.

“Toda instalación eléctrica que le aplique el RETIE, excepto donde se indique expresamente lo contrario, tiene que disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), para evitar que personas en contacto con la misma, tanto en el interior como en el exterior, queden sometidas a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla” [29].

En las redes de distribución eléctrica de Bogotá, se utilizan sistemas de puesta a tierra (SPAT) en cada uno de los equipos (transformadores, seccionadores, reconectadores) y en estructuras final de circuito.

El constructor por su parte debe garantizar que utilizó los materiales adecuados para el sistema de puesta a tierra (SPAT), verificar que se encuentren certificados y marcados los electrodos, atender el procedimiento de instalación y conservación dados por el fabricante.

Artículo 16. Protección contra rayos.

Las protecciones contra descargas atmosféricas es un motivo de estudio en la etapa de diseño. De la misma manera se toman como referencia la IEC 62305 (referencia, mas no como normatividad) y la NTC 4552-1,2,3.

En el presente artículo, se establecen unos parámetros y consideraciones aplicables en los sistemas de apantallamiento para protección contra rayos.

Artículo 20. Requerimientos para los productos.

Se establecen unas características básicas que deberán cumplir los materiales y equipos utilizados en la fase constructiva de las redes de distribución eléctrica y de los proyectos eléctricos en general. En el presente artículo se establecen unos parámetros básicos que deben cumplir los elementos utilizados en la construcción.

3.1.4. Norma técnica colombiana (NTC)

NTC 2050

De acuerdo con lo estipulado por el RETIE, es de obligatorio cumplimiento en las instalaciones eléctricas la NTC 2050. Principalmente se centra en las instalaciones eléctricas de uso final, brindando una serie de requisitos de las instalaciones eléctricas como evaluaciones de los equipos y materiales usados en las instalaciones, métodos de alambrado, entre otros.

También se establecen algunas consideraciones para los sistemas de puesta a tierra (que son tratados con mayor precisión en la NTC 2206) y de protecciones de las instalaciones eléctricas.

NTC 2206. Equipo de conexión y puesta a tierra

Esta norma brinda parámetros acerca de la construcción de los sistemas de puesta a tierra, se establecen características de cada uno de sus componentes y medidas para evitar la corrosión y mantener la preservación del sistema de puesta a tierra.

3.2. Normatividad para tener en cuenta en la operación y mantenimiento de las redes de distribución.

3.2.1. RETIE

Artículo 10. Requerimientos generales en las instalaciones eléctricas.

De acuerdo con lo estipulado en el numeral 10.5. Espacios para montaje de equipos y distancias mínimas de seguridad, para operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica; se establece la principal consigna para las etapas de la operación y mantenimiento:

"En cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 388 de 1997, en los planes de ordenamiento territorial se debe disponer de los espacios para la construcción, operación y mantenimiento de las redes de distribución y las líneas y subestaciones de transmisión, asegurando los anchos de servidumbre y distancias de seguridad requeridas para el nivel de tensión y configuración de la instalación; las autoridades de planeación municipal y curadurías deben tener especial atención en el momento de otorgar licencias de construcción para que se garantice el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad a elementos energizados de las líneas, subestaciones y redes eléctricas" [27].

Teniendo en cuenta lo estipulado en el capítulo 10 del RETIE, es obligación del distrito garantizar que su plan de ordenamiento territorial y en las curadurías urbanas se respeten las distancias de seguridad para los diferentes trabajos de operación y mantenimiento de las redes de distribución eléctrica de la ciudad.

Por otra parte, las servidumbres eléctricas son utilizadas en las líneas de transmisión de energía eléctrica; sin embargo, en algunos casos pueden llegar a presentarse en las redes de distribución, por esta razón a continuación se relacionan unas ecuaciones para determinar el valor de la servidumbre y las cuales fueron establecidas por empresas generadoras y distribuidoras de energía [30].

Suelo rural

$$VS = \left\lfloor A_S \times \left[(Vrms^2) \times \left[(F_t + F_{is}) \times \left(F_{cm} \text{ó } F_{pr} \right) \right] \right] \right\rfloor + V_{at}$$

Donde:

Vs: Valor de servidumbre.
As: área de servidumbre.
Vrm2: valor comercial.
Ft: Factor de trazado.
Fis: Factor de compensación intervención.
Fcm: Factor de cultivo mecanizado.
Fpr: Factor de productividad.
Vat: Valor área de torres.

Suelo urbano

$$VS = \left\lfloor A_S \times \left[(Vr_{m2}) \times [(FP_c + F_o)] \right] \right\rfloor + V_{at}$$

Donde:

Vs: Valor de servidumbre.
As: área de servidumbre.

Vrm2: valor comercial.
Ft: Factor de trazado.
Fpc: Factor potencial constructivo.
Fo: Factor por ocupación.
Vat: Valor área de torres.

Artículo 18. Trabajos en redes o sistemas desenergizados.

Este artículo contempla todos los trabajos de operación y mantenimiento que se realizan en línea desenergizada, y establece una serie de procedimientos muy precisos para la realización de maniobras, para trabajos con condiciones de alto riesgo, trabajos en alturas, cinco reglas de oro para trabajos en línea desenergizada, apertura de equipos, distancias mínimas de acercamiento a líneas energizadas por personas calificadas y no calificadas.

Si en el momento de realizar los trabajos de operación y mantenimiento en líneas desenergizadas, no se tienen en cuenta los anteriores procedimientos y se llega a incurrir en algún incidente o accidente que ponga en riesgo la seguridad de los técnicos operativos o las personas en general, el operador de red sanciona a las empresas colaboradoras con sanciones económicas o la finalización del contrato de trabajo, de acuerdo con la criticidad del suceso ocurrido.

Artículo 19. Trabajos en tensión o con sistemas o redes energizadas.

En el presente artículo se consideran los trabajos de operación y mantenimiento que se efectúan sobre línea viva o red energizada. En el presente apartado, se establece una metodología de trabajo, una organización del trabajo en tensión y por últimos unos procedimientos para la ejecución de trabajos.

La omisión de estos procedimientos no solo puede llegar a ocasionar un atentado contra la vida humana, de las personas que realizan los trabajos, sino también de los transeúntes y acarreará sanciones económicas y legales.

3.2.2. LEY 9 DE 1989

El artículo 5 de la ley 9 de 1989 que fue modificado con el artículo 138 de la ley 388 de 1997, expresa lo siguiente:

"Constituyen el espacio público de la ciudad las áreas requeridas para la circulación, tanto peatonal como vehicular, las áreas para la recreación pública, activa o pasiva, para la seguridad y tranquilidad ciudadana, las franjas de retiro de las edificaciones sobre las vías, fuentes de agua, parques, plazas, zonas verdes y similares, las necesarias para la instalación y mantenimiento de los servicios públicos básicos…" [31].

De esta manera las personas que realicen la invasión o uso indebido del espacio público, puntualmente aquel que afecte la realización de trabajos de mantenimiento y operación de servicios públicos; acarreará sanciones estipuladas por el código de policía de Bogotá D.C. (Decreto 462 de 2003).

3.2.3. CREG 070 de 1998

3.2.3.1. Planteamiento operativo

El numeral 5.2 de la CREG 070 del 98, plantea que el centro de control respectivo puede ordenar al operador de red la realización de procedimientos que le sean aplicables, según lo estipulado en el código de redes (CREG 025 de 1995), con el fin de mantener el óptimo funcionamiento del Sistema Interconectado Nacional. Igualmente, el operador de red deberá entregar de información que se solicite y la cual esté prevista en el mismo código.

3.2.3.2. Supervisión operativa

"Los OR´s están obligados a cumplir con las instrucciones operativas que emita el Centro de Control respectivo o el CND. Igualmente, están obligados a cumplir con la supervisión operativa en tiempo real que defina el CND y acatar aquellas pruebas que sea necesario realizar en su Sistema, ya sea que estas pruebas estén reglamentadas o que sean definidas por el Consejo Nacional de Operación" [34].

Igualmente, el operador de red debe instalar equipos que permitan supervisar sus redes de distribución y que los mismos, cuenten con comunicación con los centros de control encargados de las respectivas revisiones.

3.2.3.3. Manejo operativo de carga

En diferentes condiciones como lo son: condiciones normales, estipuladas por el código de operación (CREG 025 de 1995), en condiciones de contingencia o en condiciones de racionamiento; el centro de control puede solicitar al OR el manejo operativo de la carga, es decir, la realización de algunos procedimientos como maniobras para realizar la desconexión de carga.

3.2.3.4. Información sobre ocurrencia de eventos

El operador de red debe reportar la ocurrencia de eventos, en la siguiente tabla se relacionan los tiempos en los cuales el operador de red debe notificar por un medio masivo de comunicación los diferentes eventos (mantenimientos programados sobre la red).

En la Tabla 16, se identifican los tiempos máximos de ocurrencia de eventos, los cuales deben ser reportados por el operador de red al centro de control correspondiente y a los usuarios que presenten afectación [34].

Tabla 16. Tiempos de ocurrencia de eventos.

REPORTE DE EVENTO	TIEMPO LÍMITE DE ANTELACIÓN	DESCRIPCIÓN
Niveles de tensión II, III y IV	6 horas	El OR deberá remitir copia del reporte del Evento al Centro de Control correspondiente
Eventos programados	48 horas	Cuando se afecte a los usuarios, deberá de ser informado por un medio de comunicación masivo
Eventos programados	72 horas	Cuando se afecte a cargas industriales

Fuente: Comisión de regulación de energía y gas, "Resolución CREG 070 de 1998", Bogotá, capítulos 5 y 6, 1998.

3.2.3.5. Calidad de potencia suministrada

Los estándares que miden la calidad de la potencia eléctrica como flicker, frecuencia, contenidos armónicos de tensión y corriente, transitorios y los demás fenómenos descritos en la NTC 5001 y la CREG 024 de 2005. Para estas afectaciones en la calidad de la potencia suministrada, el operador de red tiene un plazo de treinta (30) días hábiles para corregir estos inconvenientes ante el usuario.

El incumplimiento a los estándares de calidad de potencia suministrada generará al OR una sanción del 5% de los ingresos del año anterior y no estará exento de la responsabilidad por los daños y perjuicios que le puedan causar a los Usuarios [34].

La Tabla 17, muestra el resumen de la clasificación en las interrupciones del servicio definidas por la CREG [34].

Tabla 17. Clasificación de las interrupciones del servicio de energía.

TIPO DE INTERRUPCIÓN	TIEMPO DE DURACIÓN
Instantáneas	Igual o inferior a 1 minuto
Transitorias	Superior a 1 minuto e inferior a 5 minutos
Temporales	Mayor a 5 minutos

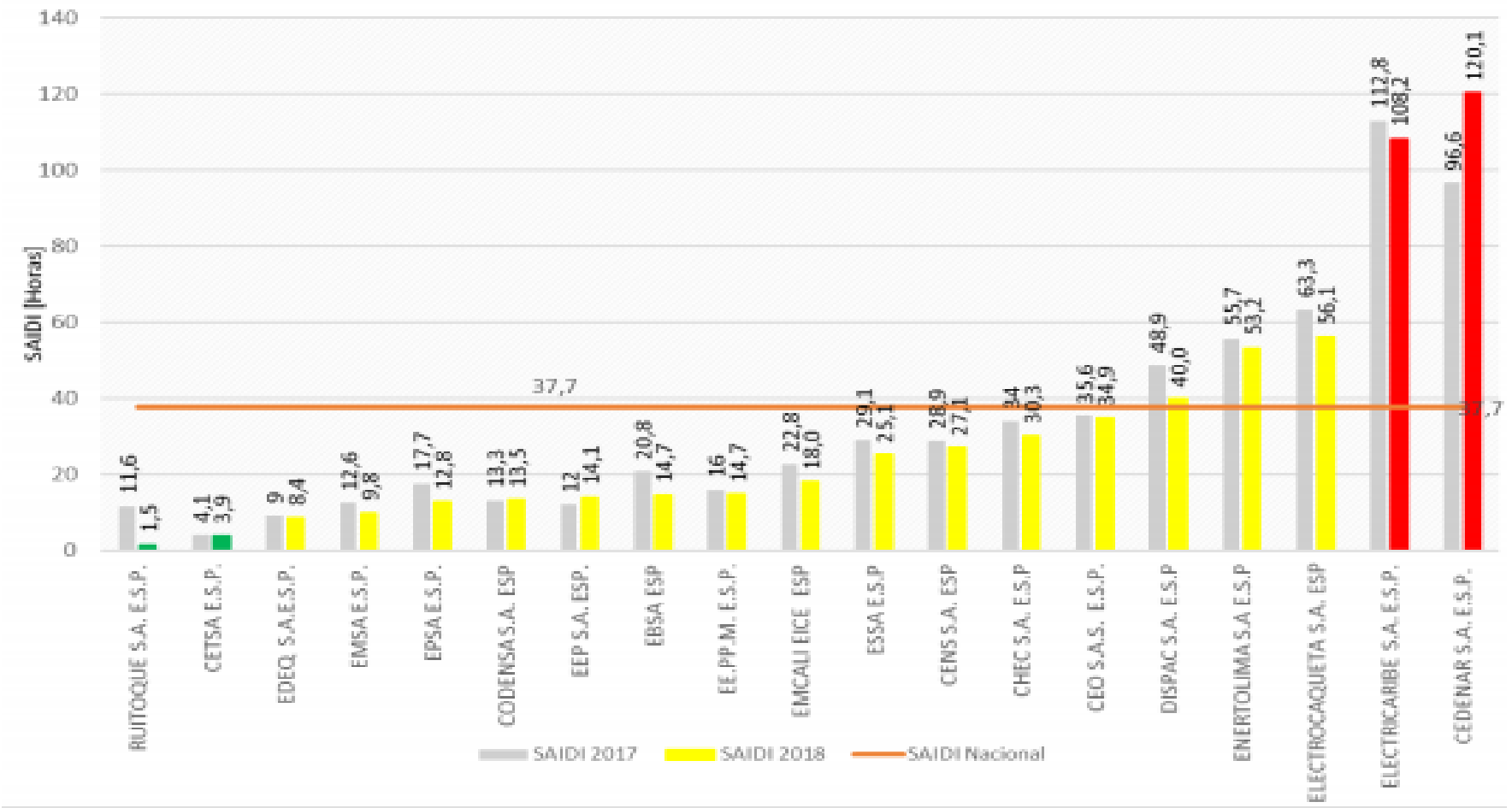
Fuente: Comisión de regulación de energía y gas, “Resolución CREG 070 de 1998”, Bogotá, capítulos 5 y 6, 1998.

3.2.4. Indicadores de la calidad del servicio prestado

SAIDI

El indicador SAIDI se encuentra definido en el estándar “IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices” IEEE Std 1366-2012 [1]. Los resultados del presente documento se presentan en horas y dan cuenta de la duración promedio de las interrupciones percibidas por un usuario conectado al sistema de distribución de energía eléctrica de un OR [35]. En la Figura 18, se puede visualizar el indicador SAIDI para el año anterior (2018); este indicador se encuentra definido para los diferentes operadores de red a nivel nacional [35].

Figura 18. Indicador SAIDI por operador de red en el año 2018.

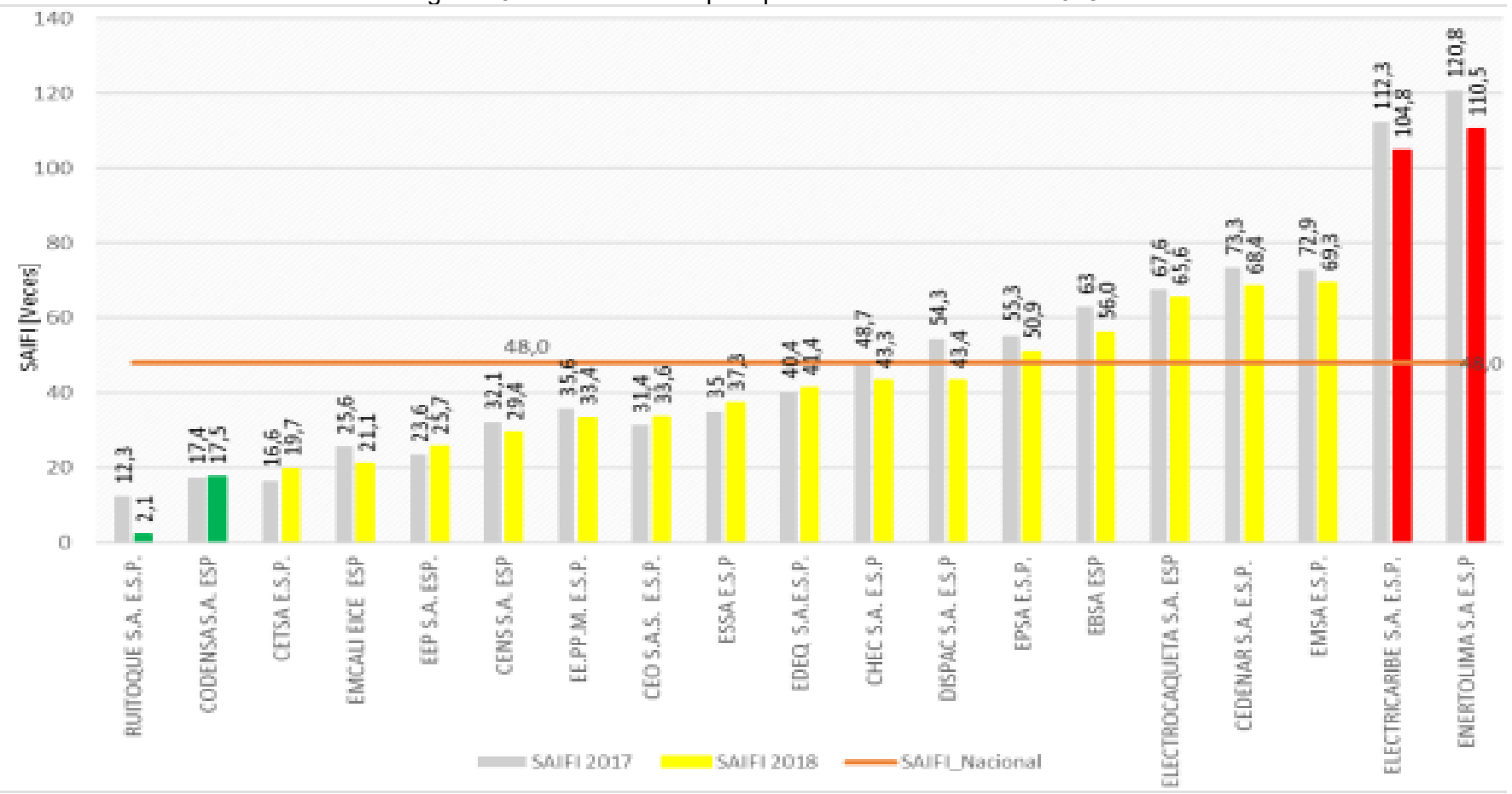


Fuente: Superintendencia de servicios públicos, “Diagnostico de la calidad del servicio de energía eléctrica en Colombia 2018”, Bogotá, 2019.

SAIFI

El indicador SAIFI se encuentra definido en el estándar “IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices” IEEE Std 1366-2012 [1] y da cuenta del número de veces que en promedio se presenta una interrupción en el servicio de energía para un usuario conectado al sistema de distribución local [35]. En la Figura 19, se puede visualizar el indicador SAIFI para el año 2018; este indicador se encuentra definido para los diferentes operadores de red a nivel nacional y con esta medición se realiza la clasificación de la calidad del servicio de cada operador de red [35].

Figura 19. Indicador SAIFI por operador de red en el año 2018.



Fuente: Superintendencia de servicios públicos, “Diagnostico de la calidad del servicio de energía eléctrica en Colombia 2018”, Bogotá, 2019.

Finalmente, en el cuadro relacionado líneas abajo, se resumen las implicaciones legales y normatividad asociada a cada tipo de operación de las redes de distribución eléctrica de Bogotá. En la Tabla 18, se resumen las implicaciones legales para cada tipo de operación de la red de distribución eléctrica de Bogotá.

Tabla 18. Cuadro comparativo con implicaciones legales según el tipo de operación.

TIPO DE OPERACIÓN	AUTOR/ NORMA PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
PLANEACIÓN	CREG	**Creg 070 del 98.** Reglamento de distribución de energía eléctrica.
		Creg 108 del 97. Protección de los derechos de los usuarios.
		Creg 05 del 96 - Creg 72 del 02. Planes de acción, estratégicos y gestión de las empresas de servicios públicos
	ENEL CODENSA	Guía para la presentación de diseños
		Normas técnicas
		Especificaciones técnicas
	RETIE	Artículo 9. Análisis de riesgos
		Artículo 10. Requerimientos generales
		Artículo 13. Distancias de seguridad
		Artículo 14. Campos electromagnéticos
		Artículo 15. Sistema de puesta a tierra
		Artículo 16. Protección contra rayos
	NTC	**NTC 2050.** Código eléctrico colombiano
CONSTRUCCIÓN	CREG	**CREG 070 de 1998.** Puesta en servicio de la conexión
	NTC	**NTC 2206.** Equipo de conexión y puesta a tierra
	RETIE	Artículo 10. Responsabilidades del constructor
		Artículo 13. Distancias de seguridad
		Artículo 15. Sistema de puesta a tierra
		Artículo 20. Requerimientos para los productos
OPERACIÓN	LEY	LEY 9 de 1989. Espacio público
	RETIE	Artículo 10. Espacios para montaje de equipos y distancias mínimas de seguridad, para operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica
		Artículo 18. Trabajos en redes o sistemas desenergizados
		Artículo 19. Trabajos en tensión o con sistemas o redes energizadas

Tabla 18. Cuadro comparativo con implicaciones legales según el tipo de operación.

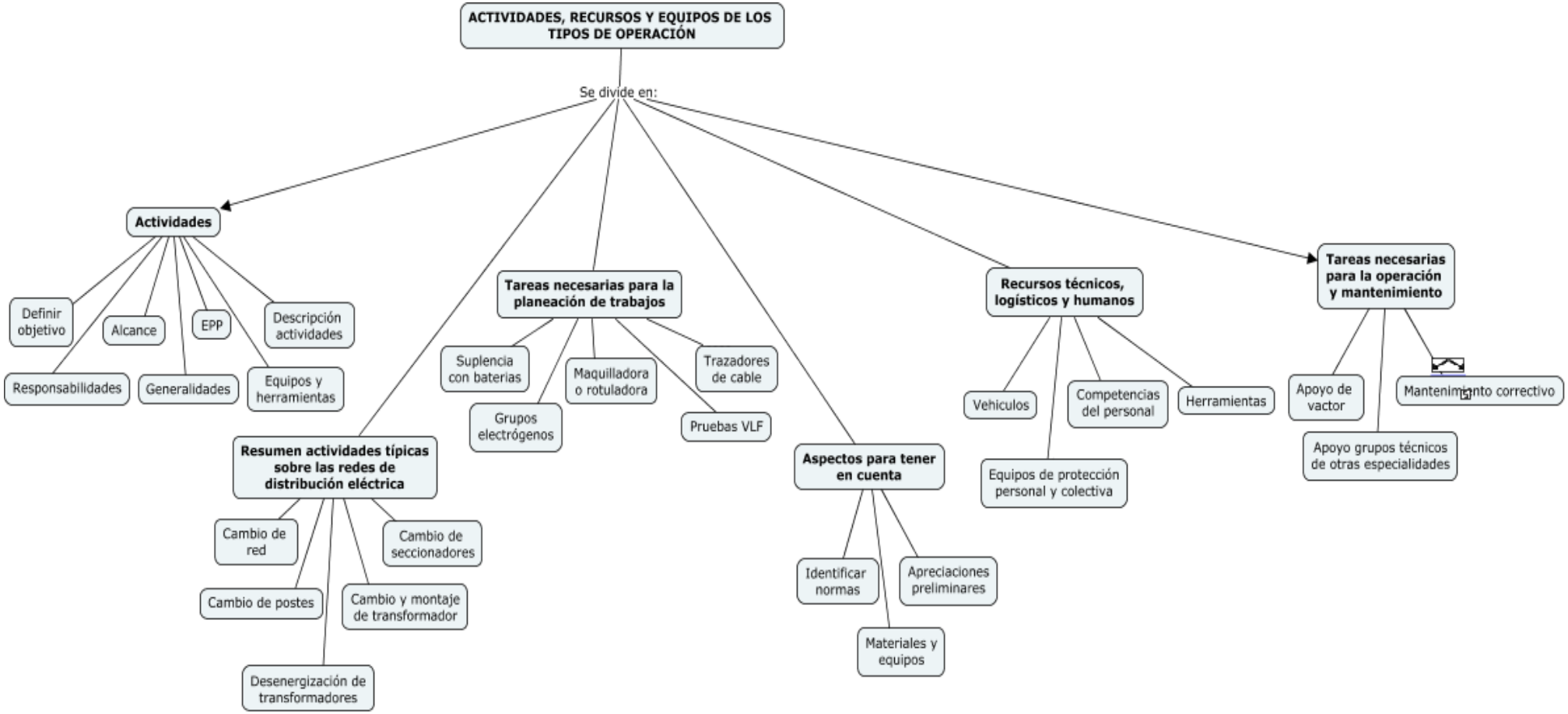
TIPO DE OPERACIÓN	AUTOR/ NORMA PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
	CREG	**CREG 070 de 1998.** Operación de los STR y SDL
MANTENIMIENTO	RETIE	Artículo 10. Espacios para montaje de equipos y distancias mínimas de seguridad, para operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica
	CREG	**CREG 070 de 1998.** Información sobre ocurrencia de eventos y calidad de potencia suministrada

Fuente: Autores.

4. ACTIVIDADES, RECURSOS Y EQUIPOS DE ACUERDO CON EL TIPO DE OPERACIÓN.

Para poder ejecutar cualquier tipo de trabajo, se debe hacer un análisis que permita identificar factores determinantes para las condiciones de la zona de trabajo a intervenir y de esta manera poder estipular los recursos requeridos para dar cumplimiento al trabajo estipulado, en este análisis se debe poder seleccionar el tipo y cantidad de cuadrillas, la maniobra más adecuada para realizar el trabajo garantizando la menor afectación de usuarios, los elementos de protección personal y herramientas, igualmente, analizar los apoyos de otras áreas o especialidades técnicas (cuadrillas de obras civiles, personal del acueducto, cuadrillas de podas o forestales) que sean requeridos.

Figura 20. Diagrama de actividades, recursos y equipos según tipo de operación



Fuente: Autores

Por lo anterior, en este capítulo se expondrán algunos de los factores claves asociados a la operación de redes en cada una de sus diferentes etapas.

4.1. Actividades.

En la ejecución de trabajos sobre la red eléctrica se realizan diferentes actividades como cambio de postes, cambio de cables MT y BT, cambio de transformadores, cambio de estructuras MT y BT, cambio de protecciones, instalación de equipos nuevos, entre otros. Para realizar este tipo de actividades las diferentes empresas junto con su equipo de seguridad y salud en el trabajo (SST) analiza las diferentes operaciones y realiza procedimientos enfocados en garantizar la seguridad de cada uno de los actores involucrados la ejecución de estas actividades.

En este capítulo se describirán los aspectos relevantes para construir los procedimientos indispensables para llevar a cabo labores en la red de distribución eléctrica de la ciudad de Bogotá.

4.1.1. Definir el Objetivo.

El primer paso para poder construir un procedimiento consiste en identificar el objetivo de la actividad que se desea ejecutar, definiendo acordemente el punto al cual se desea llegar, esto permitirá plantear de manera clara las diferentes actividades que se deben desarrollar para dar cumplimiento al objetivo planteado.

4.1.2. Alcance.

Es importante definir las personas o procesos que deben dar cumplimiento de los diferentes procedimientos, pues no todas las actividades aplican para los diferentes tipos de recursos que se tienen disponibles.

4.1.3. Responsabilidades.

Se debe definir específicamente el personal que debe garantizar el cumplimiento y aplicación del procedimiento establecido en cada una de sus etapas.

4.1.4. Generalidades.

En este ítem es importante establecer los grupos técnicos que interactuarán en la actividad a realizar y su conformación, adicional a esto, se podrán mencionar aspectos importantes a tener en cuenta para el desarrollo de la actividad planteada.

4.1.5. Elementos de protección personal.

Se debe realizar un análisis previo de la actividad a ejecutar con el fin de garantizar que todo el personal cuente con los equipos de protección personal acordes con los trabajos. Para esto se puede construir una tabla en la que se detalle cada uno de los elementos requeridos.

4.1.6. Equipos y herramientas.

Es necesario identificar cada uno de los equipos necesarios para llevar a cabo la actividad planteada. Para esto se puede construir una tabla en la que se detalle cada uno de los equipos y herramientas requeridos.

4.1.7. Descripción de actividades.

Se recomienda construir una tabla en donde se relacionen las actividades a realizar, cada actividad corresponderá a un ítem, luego se debe indicar detalladamente como se realizan estas actividades, condiciones de seguridad que deben tenerse en cuenta para realizar la actividad y definir los responsables en cada ítem.

4.2. Resumen de algunas de las actividades más comunes ejecutadas en las redes de distribución eléctrica de Bogotá.

A continuación, se relacionarán a modo de guía algunos ejemplos sobre cómo realizar la descripción de actividades conforme al tipo de trabajo a ejecutar sobre la red de distribución eléctrica de la ciudad de Bogotá.

4.2.1. Cambio de postes en línea energizada.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE SST Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
1. Realizar alistamiento del Grupo Técnico	Realizar el alistamiento del Grupo Técnico.	Factores de riesgo potenciales - Ergonómicos (Derivados de la fuerza o la postura). - Mecánicos: (Caída de objetos). - Psicosociales (Derivados de la organización del trabajo). - Acciones de control (Orden de trabajo, listado de herramienta asignada, lista verificación de EPP, equipos y herramientas).	Supervisor SSL y Técnico y Jefe de Cuadrilla de Línea Viva.
2. Realizar análisis preoperacional	Una vez el Grupo Técnico se encuentre en el sitio, se debe realizar un análisis preoperacional para identificar los posibles riesgos e implementar la medida de cómo se van a mitigar.	Factores de riesgo potenciales: - Locativos (Irregularidad del piso). - Psicosociales (Derivados del ambiente de trabajo (disconfort térmico)). - Biológico (Animales y plantas). - Otros (Delincuencia y desorden público). - Naturales (Tormentas eléctricas, sismos, deslizamientos). - Acciones de control (Visita preoperativa, Criterio de autoprotección, Uso de elementos de protección personal, Charla de 5 minutos).	Grupo Técnico de Línea Viva (Jefe de Cuadrilla y Electricistas energizadas)
3. Realizar charla preoperativa	Realizar charla preoperativa.	Factores de riesgo potenciales: Otros (Delincuencia y desorden público).	Jefe de Cuadrilla de Línea Viva
4. Verificar las condiciones de seguridad y de acceso a la zona de trabajo	Tener en cuenta antes de bajarse del vehículo: - Visualice el entorno y determine posibles condiciones de riesgo. - Identifique la presencia de animales. - Identifique posible agresión de habitantes de la zona. Al iniciar las actividades tenga en cuenta: - la presencia de peatones y vehículos. - Identificar posibles riesgos durante la ejecución de los trabajos para el personal que los vaya a ejecutar. - Identifique posibles riesgos a	Notificar al jefe del Grupo Técnico o al supervisor, para que sean suspendidos los trabajos, en caso de identificar algún aspecto que genere riesgo en la ejecución de los trabajos.	Grupo Técnico de Línea Viva (Jefe de Cuadrilla y Electricistas energizadas)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE SST Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
	terceros durante la ejecución del trabajo.		
5. Delimitar el área de trabajo	Señalizar la vía (calzada y andén) o la zona de trabajo de acuerdo con la normatividad vigente (Plan de manejo de tránsito (PMT) aprobado por el ente correspondiente o de acuerdo con la normatividad vigente), y demarcar la zona de trabajo restringiendo el paso de terceros utilizando los elementos de señalización.	Factores de riesgo potenciales - Locativos (Irregularidad del piso). - Vial (Tráfico). - Mecánico (golpes, atrapamientos, cortes). - Biomecánicos (derivados de la fuerza, la postura o del levantamiento de cargas). - Cumplir Código Nacional de Tránsito Terrestre y con el Plan de Manejo de Tránsito (PMT). - Se debe establecer el sendero peatonal en los casos que aplique según el plan de manejo de tránsito (PMT).Acciones de control.	Grupo Técnico de Línea Viva (Jefe de Cuadrilla y Electricistas energizadas)
6. Solicitar apertura de maniobra	Establecer comunicación con centro control CODENSA para solicitar la apertura de maniobras.		Jefe de Cuadrilla de Línea Viva
7. Condiciones de seguridad	Inculcar siempre la filosofía de trabajo en equipo y concienciar al personal de apoyo la importancia de estar alerta e involucrado en el desarrollo del trabajo. Previo a realizar la actividad, tener en cuenta los siguientes aspectos: Verificar estructuras adyacentes al sitio de trabajo (para asegurar su integridad) antes de colocar el cubrimiento. Verificar las condiciones del poste; si el poste se encuentra fracturado se debe ubicar el carro grúa de tal manera que sostenga el poste. La última sección del brazo de la grúa y el cable deben ser aislados	**Nota 1: Aplicar las 07 reglas de oro para Línea Energizada:** 1. Señalizar y demarcar la zona de trabajo. 2. Prevención del circuito (bloquear re-cierres). 3. Aterrizar el camión canasta. 4. Los equipos (EPI y EPC) y herramientas para trabajos en línea energizada deben estar en buen estado, normalizados y cuentan con las pruebas dieléctricas vigentes. 5. No inicie el trabajo asignado sin recibir orden de su jefe inmediato, en caso de duda pregunte. 6. Cubrir estructura y/o fases para evitar contactos F-F y F-T. 7. Distancias de Seguridad (34.5 Kv: 110 cm - 13.2 Kv: 95 cm).	Jefe de Cuadrilla de Línea Viva

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE SST Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
	Las redes de BT serán desenergizadas previamente a los trabajos		
8. Instalar poste en un nuevo hueco	1. Realizar apertura del hueco. 2. Instalar cubridores de línea rígidos de polietileno en las tres líneas, mínimo de 9 m. por línea, por el lado donde se va a hincar el nuevo poste. Instalar cubridores de aislador de PIN (Cubridores de línea de 180 cm, ò 6 Un de 1,50 m por línea, Cubridor de PIN). 3. Descargar el poste nuevo del carro grúa sujetándolo del punto de equilibrio y orientándolo por medio de manilas. Descargarlo cerca al hueco sobre un madero. 4. Correr el estrobo 20 cm. hacia la punta del poste. 5. Levantar la punta del poste 1 m. 6. Instalar los cubridores de poste 5m. Aproximadamente (Para postes de 12 metros) desde la punta hacia la parte inferior (Base del Poste). Amarrar el cubrimiento en cada uno de los acoples con sujetadores o con manilas de ½ '' seca y limpia (Montaje de Bloqueo de Soga). 7. Ubicar 2 manilas guías secas y limpias en la base del poste para contrarrestar fuerzas. Las manilas guías DEBEN manejarse con guantes dieléctricos. 8. Izar el poste evitando el contacto con las líneas y guiándolo a través de las manilas. 9. Revisar el cubrimiento de las líneas y del poste antes de realizar el apisonado.	**Nota 2: Tenga en cuenta usar guantes clase 2 cuando se encuentre realizando excavaciones cerca de ducteria energizada.** **Nota 3: NO debe haber personal debajo de la carga.** **Nota 4: Evitar que la grúa sea maniobrada por una persona diferente al operador durante el izaje del poste.** **Nota 5: Una vez el poste esté hincado, se puede nivelar el mismo con guantes dieléctricos y apisonar el terreno en la base del poste teniendo en cuenta la norma de cimentación, utilizando guantes de carnaza (No retirarse los guantes dieléctricos en caso de que el poste este haciendo contacto con las líneas).** **Nota 6: No está autorizado realizar trabajos en simultáneo para línea energizada y línea desenergizada sobre la misma estructura.**	Jefe de Cuadrilla de Línea Viva (quien supervisa) y Electricistas (quienes

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE SST Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
8. Instalar poste	10. Retirar cubridores de poste nuevo. 11. Instalar cruceta, diagonales, aisladores de PIN al poste nuevo. 12. Cubrir la nueva cruceta (Cubridores de cruceta ò mantas). 13. Colocar la línea cubierta sobre la cruceta del poste nuevo. 14. Cubrir la cruceta a cambiar (Cubridores de cruceta ò mantas). 15. Soltar los amarres de las líneas de los aisladores de PIN de la cruceta a cambiar. 16. Soltar amarres del poste a reemplazar. 17. Sujetar y amarrar las líneas energizadas en los aisladores de PIN puestos en la cruceta nueva. Usar hilo o hilos de Aluminio de 80 cm de largo aprox y realizar el amarre cruzado. El amarre va enrollado y abierto en la mitad antes de instalarse. 18. Instalar Cubridor de aislador dejando cubrimiento a lado y lado del poste. Repetir el mismo procedimiento para las otras dos líneas. 19. Retirar la cruceta y herrajes del poste a reemplazar. 20. Instalar cubridores de línea y de poste, y asegurar cubrimiento de poste a retirar. 21. Soltar las redes de BT, acometidas y telemáticos. 22. Retirar el poste excavando previamente en la base de este. 23. Retirar cubrimiento del poste reemplazado. 24. Instalar redes de BT, acometidas y telemáticos en el nuevo poste. 25. Retirar el cubrimiento de adentro hacia afuera y de arriba hacia abajo. 26. Normalizar la red de BT.		ejecutan) Jefe de Cuadrilla de Línea Viva (quien supervisa) y

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE SST Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
en un nuevo hueco.			Electricistas (quienes ejecutan).
	1. Soltar las redes de BT, acometidas y telemáticos. 2. Instalar cubridores de línea rígidos de polietileno en las tres líneas a lado y lado de los aisladores, mínimo de 9 m. por línea, por el lado donde se va a hincar el nuevo poste. Instalar cubridores de aislador de PIN, y cubrir la cruceta (Cubridores de línea de 180 cm, ò 6 un de 1,50 m por línea, Cubridor de PIN, Cubridores de cruceta). 3. Retirar el Cubridor de aislador de PIN, soltar amarres y traslapar cubridores de línea. 4. Descargar la línea sobre los cubridores de cruceta. 5. Retirar la línea más alejada asegurándola con un tensor aislado y una manila. 6. Retirar la línea más cercana, igualmente, asegurándola con tensor aislado y una manila. 7. Retirar cubridores de cruceta. 8. Retirar cruceta y accesorios. 9. Elevar la línea central con ayuda del vaso, sin sobrepasar los esfuerzos mecánicos de los	**Nota 3: NO debe haber personal debajo de la carga.** **Nota 5: Una vez el poste esté hincado, se puede nivelar el mismo con guantes dieléctricos y apisonar el terreno en la base del poste teniendo en cuenta la norma de cimentación, utilizando guantes de carnaza (No retirarse los guantes dieléctricos en caso de que el poste este haciendo contacto con las líneas).** **Nota 7: Las manilas guías DEBEN manejarse con guantes dieléctricos.** **Nota 8: Evitar cualquier contacto del personal, diferente al operador con el carro grúa durante el izaje del poste.**	

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE SST Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
9. Instalar poste en el mismo hueco	amarres de las estructuras adyacentes. 10. Retirar el poste y adecuar el hueco. 11. Descargar el poste nuevo del carro grúa sujetándolo del punto de equilibrio y descargándolo cerca al hueco sobre un madero. 12. Correr estrobo 20 cm hacia la punta del poste. 13. Levantar la punta del poste 1 m. 14. Instalar los cubridores de poste 5 m desde la punta hacia la parte inferior, dejando un sobrante de 20 cm en la punta. Amarrar el cubrimiento en los acoples, por medio de sujetadores o con manilas de ½'' seca y limpia. 15. Ubicar 2 manilas guías secas y limpias en la pata del poste para contrarrestar fuerzas. 16. Izar el poste evitando el contacto con las líneas y guiándolo a través de las manilas. 17. Retirar cubridores de poste. 18. Instalar cruceta, diagonales y aisladores 19. Cubrir cruceta (Cubridor de Cruceta o mantas). 20. Descargar las líneas en la cruceta nueva. 21. Desacoplar cubridores de línea y descargar la línea sobre el aislador de PIN. 22. Sujetar y amarrar las líneas energizadas en los aisladores de PIN puestos en la cruceta nueva. Usar hilo o hilos de Aluminio de 80 cm de largo aprox y realizar el amarre cruzado. El amarre va enrollado y abierto en la mitad antes de instalarse. 23. Retirar manilas y retirar cubrimiento de cruceta 24. Retirar el cubrimiento de adentro hacia afuera y de arriba hacia abajo 25. Instalar redes de BT, acometidas y telemáticos en el nuevo poste. 26. Normalizar la red de BT.	**Nota 6: No está autorizado realizar trabajos en simultáneo para línea energizada y línea desenergizada sobre la misma estructura.** **Nota 3: NO debe haber personal debajo de la carga.** **Nota 5: Una vez el poste esté hincado, se puede nivelar el mismo con guantes dieléctricos y apisonar el terreno en la base del poste teniendo en cuenta la norma de cimentación, utilizando guantes de carnaza (No retirarse los guantes dieléctricos en caso de que el poste este haciendo contacto con las líneas).** **Nota 7: Las manilas guías DEBEN manejarse con guantes dieléctricos.** **Nota 8: Evitar cualquier contacto del personal, diferente al operador con el carro grúa durante el izaje del poste.** **Nota 6: No está autorizado realizar trabajos en simultáneo para línea energizada y línea desenergizada sobre la misma estructura.**	Jefe de Cuadrilla de Línea Viva (quien supervisa) y Electricistas (quienes ejecutan)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE SST Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
9. Instalar poste en el mismo hueco.			Jefe de Cuadrilla de Línea Viva (quien supervisa) y Electricistas (quienes ejecutan)
10. Izar poste vestido (exclusivamente en campo abierto y con cruceta sencilla)	**Donde la apertura de línea garantice una distancia mínima de 1 m entre la línea cubierta y la punta de la cruceta, es posible izar el poste vestido, teniendo en cuenta los siguientes pasos:** 1. Soltar redes de BT. 2. Instalar cubridores de línea rígidos de polietileno en las tres líneas a lado y lado de los aisladores, mínimo de 9 m. por línea, por el lado donde se va a hincar el nuevo poste. Instalar cubridores de aislador de PIN, y cubrir la cruceta (Cubridores de línea de 180 cm, ò 6 un de 1,50 m por línea, Cubridor de PIN, Cubridores de cruceta). 3. Retirar Cubridor de aislador, soltar amarres y traslapar cubridores de línea. 4. Descargar la línea sobre los cubridores de cruceta. 5. Retirar la línea más alejada asegurándola con una manila. 6. Retirar la línea más cercana igualmente asegurándola con una manila. 7. Retirar cubridores de cruceta. 8. Retirar cruceta y accesorios. 9. Elevar la línea central con ayuda del vaso, sin sobrepasar los esfuerzos mecánicos de los amarres de las estructuras	**Importante: Cumplir notas 3, 5, 6, 7 y 8**	Jefe de Cuadrilla de Línea Viva (quien supervisa) y Electricistas (quienes ejecutan)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE SST Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
10. Izar poste vestido (exclusivamente en campo abierto y con cruceta sencilla)	adyacentes. 10. Retirar poste y adecuar el hueco. 11. Descargar el poste nuevo del carro grúa sujetándolo del punto de equilibrio y descargándolo cerca al hueco sobre un madero. 12. Correr el estrobo 20 cm hacia la punta del poste. 13. Levantar la punta del poste 1m. 14. Instalar cruceta, diagonales y aisladores. 15. Ubicar 2 manilas guías secas y limpias en la pata del poste para contrarrestar fuerzas. 16. Izar el poste evitando el contacto con las líneas y guiándolo a través de las manilas. 17. Cubrir cruceta (Cubridor de Cruceta). 18. Descargar las líneas en la cruceta nueva 19. Desacoplar cubridores de línea. 20. Instalar las líneas en los aisladores de PIN y amarrarlas. Usar hilo o hilos de Aluminio de 80 cm de largo aprox y realizar el amarre cruzado. El amarre va enrollado y abierto en la mitad antes de instalarse 21. Retirar manilas y retirar cubrimiento de cruceta. 22. Retirar el cubrimiento de adentro hacia afuera y de arriba hacia abajo 23. Instalar redes de BT. 24. Normalizar redes de BT.	**Nota 3: NO debe haber personal debajo de la carga.** Nota 5: Una vez el poste esté hincado, se puede nivelar el mismo con guantes dieléctricos y apisonar el terreno en la base del poste teniendo en cuenta la norma de cimentación, utilizando guantes de carnaza (No retirarse los guantes dieléctricos en caso de que el poste este haciendo contacto con las líneas). **Nota 6: No está autorizado realizar trabajos en simultáneo para línea energizada y línea desenergizada sobre la misma estructura.** Nota 7: Las manilas guías DEBEN manejarse con guantes dieléctricos. **Nota 8: Evitar cualquier contacto del personal, diferente al operador con el carro grúa durante el izaje del poste.** **Nota 3: NO debe haber personal debajo de la carga.** Nota 5: Una vez el poste esté hincado, se puede nivelar el mismo con guantes dieléctricos y apisonar el terreno en la base del poste teniendo en cuenta la norma de cimentación, utilizando guantes de carnaza (No retirarse los guantes	Jefe de Cuadrilla de Línea Viva (quien supervisa) y Electricistas (quienes ejecutan)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE SST Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
		dieléctricos en caso de que el poste este haciendo contacto con las líneas). **Nota 6: No está autorizado realizar trabajos en simultáneo para línea energizada y línea desenergizada sobre la misma estructura.** Nota 7: Las manilas guías DEBEN manejarse con guantes dieléctricos. **Nota 8: Evitar cualquier contacto del personal, diferente al operador con el carro grúa durante el izaje del poste.**	
11. Realizar disposición de residuos	Efectuar la disposición de los residuos generados por la actividad.		Jefe de Cuadrilla de Línea Viva (quien supervisa)
12. Solicitar cierre de la maniobra	Establecer comunicación con el Centro de Control Enel Codensa con el fin de solicitar el cierre de maniobras.		Jefe de Cuadrilla de Línea Viva
13. Verificar e informar la normalización del servicio	Verificar la normalización del servicio en la zona de trabajo, comprobando presencia de tensión, y confirmando. Informar la normalización del servicio y el retiro del personal del área de trabajo. Con el Departamento Centro de Control la operatividad.		Jefe de Cuadrilla de Línea Viva
14. Registrar información	Consignar la información de las actividades ejecutadas y el material utilizado en las planillas de trabajo.		Jefe de Cuadrilla de Línea Viva
15. Finalizar los trabajos y recoger los equipos	Al terminar los trabajos, se debe dejar el sitio de trabajo tal cual como se ha encontrado, se debe recoger y verificar que no queden equipos y residuos en el sitio de trabajo.	Cumplir Código Nacional de Tránsito Terrestre y con el plan de manejo de tránsito (PMT).	Grupo Técnico de Línea Viva (Jefe de Cuadrilla y Electricistas energizadas)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE SST Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
16. Retirar señalización de la zona de trabajo	Retirar la señalización vial y de la zona de trabajo, siempre y cuando se hayan finalizado los trabajos relacionados.	Cumplir Código Nacional de Tránsito Terrestre y con el plan de manejo de tránsito (PMT).	Grupo Técnico de Línea Viva (Jefe de Cuadrilla y Electricistas energizadas)

4.2.2. Cambio de seccionador tipo cuchilla con apoyo de línea energizada.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE S&SO Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
1 Realizar alistamiento del Grupo Técnico	Realizar el alistamiento del Grupo Técnico.	Factores de riesgo potenciales - Ergonómicos (Derivados de la fuera o la postura). - Mecánicos: (Caída de objetos). - Psicosociales (Derivados de la organización del trabajo). - Acciones de control (Orden de trabajo, listado de herramienta asignada, lista verificación de EPP, equipos y herramientas).	Supervisor SSL y Técnico y Jefe de Cuadrilla de Línea Desenergizada
2. Realizar análisis preoperacional	Una vez el Grupo Técnico se encuentre en el sitio, se debe realizar un análisis preoperacional para identificar los posibles riesgos e implementar la medida de cómo se van a mitigar.	Factores de riesgo potenciales - Locativos (Irregularidad del piso). - Psicosociales (Derivados del ambiente de trabajo (disconfort térmico)). - Biológico (Animales y plantas). - Otros (Delincuencia y desorden público). - Naturales (Tormentas eléctricas, sismos, deslizamientos). - Acciones de control (Visita preoperativa, Criterio de autoprotección, Uso de elementos de protección personal, Charla de 5 minutos).	Grupo Técnico de Línea Desenergizada (Jefe de Cuadrilla y Electricistas de línea desenergizada)
3. Realizar charla preoperativa	Realizar charla preoperativa según el instructivo.	Factores de riesgo potenciales: Otros (Delincuencia y desorden público).	Jefe de Cuadrilla de Línea Desenergizada
4. Verificar las condiciones de seguridad y de acceso a la zona de trabajo	Tener en cuenta antes de bajarse del vehículo: - Visualice el entorno y determine posibles condiciones de riesgo. - Identifique la presencia de animales que puedan generar riesgo. - Identifique posible agresión de habitantes de la zona. Al iniciar las actividades tenga en cuenta: - Determinar el impacto generado por la presencia de	Notificar al jefe del Grupo Técnico o al supervisor, para que sean suspendidos los trabajos, en caso de identificar algún aspecto que genere riesgo en la ejecución de los trabajos.	Grupo Técnico de Línea Desenergizada (Jefe de Cuadrilla y Electricistas de línea desenergizada)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE S&SO Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
	peatones y vehículos, relacionado con la seguridad durante el desarrollo del trabajo. - Identificar posibles riesgos durante la ejecución de los trabajos para el personal que los vaya a ejecutar. - Identifique posibles riesgos a terceros durante la ejecución del trabajo.		
5. Delimitar el área de trabajo	Señalizar la vía (calzada y andén) o la zona de trabajo de acuerdo con la normatividad vigente (Plan de manejo de tránsito (PMT) aprobado por el ente correspondiente o de acuerdo con la normatividad vigente), y demarcar la zona de trabajo restringiendo el paso de terceros utilizando los elementos de señalización.	Factores de riesgo potenciales: - Locativos (Irregularidad del piso). - Vial (Tráfico). - Mecánico (golpes, atrapamientos, cortes). - Biomecánicos (derivados de la fuerza, la postura o del levantamiento de cargas). - Cumplir Código Nacional de Tránsito Terrestre y con el Plan de Manejo de Tránsito (PMT). - Se debe establecer el sendero peatonal en los casos que aplique según el plan de manejo de tránsito (PMT).Acciones de control.	Grupo Técnico de Línea Desenergizada (Jefe de Cuadrilla y Electricistas de línea desenergizada)
6. Solicitar apertura de maniobra	Establecer comunicación para solicitar la apertura de maniobras con centro de control Enel Codensa.		Jefe de Cuadrilla de Línea Desenergizada
7. Condiciones de seguridad	Inculcar siempre la filosofía de trabajo en equipo y concienciar al personal de apoyo la importancia de estar alerta e involucrado en el desarrollo del trabajo. Previo a realizar la actividad, tener en cuenta los siguientes aspectos: Verificar estructuras adyacentes al sitio de trabajo (para asegurar su integridad)	Aplicar las 05 reglas de oro para Línea Desenergizada: 1. Corte visible de las fuentes de tensión. 2. Bloqueo del re-cierre de los equipos de operación bajo carga 3. Prueba de ausencia de tensión 4. Cortocircuitar las fases 5. Aterrizar la red y templetes si los hay, y señalizar la zona de trabajo	Jefe de Cuadrilla de Línea Desenergizada

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE S&SO Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
8. Desconectar cables de media tensión de la red aérea **Desde red aérea energizada**	Tener en cuenta en cuenta los instructivos para trabajo en línea viva, de acuerdo con las técnicas de trabajo a contacto o a distancia.	**Nota 1: Aplicar las 07 reglas de oro para Línea Energizada:** 1. Señalizar y demarcar la zona de trabajo. 2. Prevención del circuito (bloquear recierres). 3. Aterrizar el camión canasta. 4. Los equipos (EPI y EPC) y herramientas para trabajos en línea energizada deben estar en buen estado, normalizados y cuentan con las pruebas dieléctricas vigentes. 5. No inicie el trabajo asignado sin recibir orden de su jefe inmediato, en caso de duda pregunte. 6. Cubrir estructura y/o fases para evitar contactos F-F y F-T. 7. Distancias de Seguridad (34.5 Kv: 110 cm - 13.2 Kv: 95 cm). **Nota 2: Tener en cuenta el equipo de seguridad para trabajo en alturas.** **Nota 3: No está autorizado realizar trabajos en simultáneo para línea energizada y línea desenergizada sobre la misma estructura.**	Grupo Técnico de Línea Viva (Jefe de Cuadrilla y Electricistas energizadas)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE S&SO Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
8. Desconectar cables de media tensión de la red aérea **Desde red aérea desenergizada**	Aislar eléctricamente la zona de trabajo cumpliendo las cinco reglas de oro. Ascender al poste hasta el punto de trabajo cumpliendo los estándares de seguridad para trabajo en alturas. Desconectar el conductor de la red o del equipo utilizando alicate pico de loro y marcar la secuencia de las fases, para garantizar la correcta conexión del cable desconectado. Identificar los puntos de marcación en la estructura e identificar el orden de los cables para marcar. Cortocircuitar y aterrizar las puntas de los cables retirados de la red. Descender del poste cumpliendo los estándares de seguridad para trabajo en alturas.	Aplicar las 05 reglas de oro para Línea Desenergizada: 1. Corte visible de las fuentes de tensión. 2. Bloqueo del re-cierre de los equipos de operación bajo carga 3. Prueba de ausencia de tensión 4. Cortocircuitar las fases 5. Aterrizar la red y templetes si los hay, y señalizar la zona de trabajo **Nota 1: Tener en cuenta el equipo de seguridad para trabajo en alturas.** **Nota 2: No está autorizado realizar trabajos en simultáneo para línea energizada y línea desenergizada sobre la misma estructura.**	Grupo Técnico de Línea Desenergizada (Jefe de Cuadrilla y Electricistas de línea desenergizada)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE S&SO Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
8. Desconectar cables de media tensión de la red aérea **Desde barraje preformado en celdas y cajas de maniobra**	Verificar que la otra punta del cable a desconectar esté abierta (corte visible) y sin carga. Mediante el uso de la pértiga tipo escopeta, guantes dieléctricos, tapete o banco dieléctrico, desconectar uno a uno los codos preformados, e instalarlos en el sitio de parqueo.	Aplicar las 05 reglas de oro para Línea Desenergizada: 1. Corte visible de las fuentes de tensión. 2. Bloqueo del re-cierre de los equipos de operación bajo carga 3. Prueba de ausencia de tensión 4. Cortocircuitar las fases 5. Aterrizar la red y templetes si los hay, y señalizar la zona de trabajo **Nota 1: Tener en cuenta el equipo de seguridad para trabajo en alturas.** **Nota 2: No está autorizado realizar trabajos en simultáneo para línea energizada y línea desenergizada sobre la misma estructura.**	Grupo Técnico de Línea Desenergizada (Jefe de Cuadrilla y Electricistas de línea desenergizada)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE S&SO Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
8. Desconectar cables de media tensión de la red aérea **Desde barraje preformado en cámaras de inspección**	Tener en cuenta que los codos de 600 amperios se deben desconectar sin tensión y sin carga. Desenergizar el barraje realizando corte visible en la alimentación y en todos los conductores que derivan del mismo barraje. Adicionalmente, se deben marcar las fases para garantizar la correcta secuencia de fases en la posterior conexión. Cumplir con las cinco reglas de oro en el cable identificado a trabajar. Desconectar del barraje el codo preformado perteneciente al cable identificado a trabajar. Instalar en el barraje del codo retirado el correspondiente tapón. Restablecer la conectividad de los conductores que derivan del barraje y energizar el barraje.	Aplicar las 05 reglas de oro para Línea Desenergizada: 1. Corte visible de las fuentes de tensión. 2. Bloqueo del re-cierre de los equipos de operación bajo carga 3. Prueba de ausencia de tensión 4. Cortocircuitar las fases 5. Aterrizar la red y templetes si los hay, y señalizar la zona de trabajo **Nota 1: Tener en cuenta el equipo de seguridad para trabajo en alturas.** **Nota 2: No está autorizado realizar trabajos en simultáneo para línea energizada y línea desenergizada sobre la misma estructura.**	Grupo Técnico de Línea Desenergizada (Jefe de Cuadrilla y Electricistas de línea desenergizada)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE S&SO Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
9. Conectar los cables de media tensión a la red aérea en **red aérea energizada**	Tener en cuenta los instructivos para trabajo en línea viva, de acuerdo con las técnicas de trabajo a contacto o a distancia.	**Nota 3: Aplicar las 07 reglas de oro para Línea Energizada:** 1. Señalizar y demarcar la zona de trabajo. 2. Prevención del circuito (bloquear re-cierres). 3. Aterrizar el camión canasta. 4. Los equipos (EPI y EPC) y herramientas para trabajos en línea energizada deben estar en buen estado, normalizados y cuentan con las pruebas dieléctricas vigentes. 5. No inicie el trabajo asignado sin recibir orden de su jefe inmediato, en caso de duda pregunte. 6. Cubrir estructura y/o fases para evitar contactos F-F y F-T. 7. Distancias de Seguridad (34.5 Kv: 110 cm - 13.2 Kv: 95 cm). **Nota 1: Tener en cuenta el equipo de seguridad para trabajo en alturas.** **Nota 2: No está autorizado realizar trabajos en simultáneo para línea energizada y línea desenergizada sobre la misma estructura.**	Grupo Técnico de Línea Viva (Jefe de Cuadrilla y Electricistas energizadas)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE S&SO Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
9. Conectar los cables de media tensión a la red aérea en **la red aérea desenergizada**	Aislar eléctricamente la zona de trabajo cumpliendo las cinco reglas de oro. Ascender al poste hasta el punto de trabajo, cumpliendo los estándares de seguridad para trabajo en alturas. Antes de conectar el conductor a la red, se debe identificar el orden de los cables como se ha realizado en la actividad Desconectar cables de media tensión de la red aérea, teniendo en cuenta el PR-IND-TLC-022_Ver_2_Identificación de Cables de Redes en Media Tensión. Conectar el conductor a la red o al equipo, utilizando la herramienta normalizada de pico de loro o pistola de disparo. Descender del poste cumpliendo los estándares de seguridad para trabajo en alturas. Conectar la otra punta a la red o al equipo.	Aplicar las 05 reglas de oro para Línea Desenergizada: 1. Corte visible de las fuentes de tensión. 2. Bloqueo del re-cierre de los equipos de operación bajo carga 3. Prueba de ausencia de tensión 4. Cortocircuitar las fases 5. Aterrizar la red y templetes si los hay, y señalizar la zona de trabajo **Nota 1: Tener en cuenta el equipo de seguridad para trabajo seguro en alturas.** **Nota 2: No está autorizado realizar trabajos en simultáneo para línea energizada y línea desenergizada sobre la misma estructura.**	Grupo Técnico de Línea Desenergizada (Jefe de Cuadrilla y Electricistas de línea desenergizada)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE S&SO Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
9. Conectar los cables de media tensión a la red aérea en **barraje preformado en celdas y cajas de maniobra**	Verificar que la otra punta del cable a conectar esté abierta (corte visible) y sin carga. Mediante el uso de la pértiga tipo escopeta, guantes dieléctricos, tapete o banco dieléctrico conectar uno a uno los codos preformados, e instalarlos.	Aplicar las 05 reglas de oro para Línea Desenergizada: 1. Corte visible de las fuentes de tensión. 2. Bloqueo del re-cierre de los equipos de operación bajo carga 3. Prueba de ausencia de tensión 4. Cortocircuitar las fases 5. Aterrizar la red y templetes si los hay, y señalizar la zona de trabajo **Nota 1: Tener en cuenta el equipo de seguridad para trabajo en alturas.** **Nota 2: No está autorizado realizar trabajos en simultáneo para línea energizada y línea desenergizada sobre la misma estructura.**	Grupo Técnico de Línea Desenergizada (Jefe de Cuadrilla y Electricistas de línea desenergizada)

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE S&SO Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
9. Conectar los cables de media tensión a la red aérea en **Desde barraje preformado en cámaras de inspección**	Desenergizar el barraje realizando corte visible en la alimentación y en todos los conductores que derivan del mismo barraje. Se deben marcar las fases para garantizar la correcta secuencia de fases en la posterior conexión. Cumplir con las cinco reglas de oro en el cable identificado a trabajar. Conectar al barraje el codo preformado perteneciente al cable identificado a trabajar. Restablecer la conectividad de los conductores que derivan del barraje y energizar el barraje.	Aplicar las 05 reglas de oro para Línea Desenergizada: 1. Corte visible de las fuentes de tensión. 2. Bloqueo del re-cierre de los equipos de operación bajo carga 3. Prueba de ausencia de tensión 4. Cortocircuitar las fases 5. Aterrizar la red y templetes si los hay, y señalizar la zona de trabajo **Nota 1: Tener en cuenta el equipo de seguridad para trabajo en alturas.** **Nota 2: No está autorizado realizar trabajos en simultáneo para línea energizada y línea desenergizada sobre la misma estructura.**	Grupo Técnico de Línea Desenergizada (Jefe de Cuadrilla y Electricistas de línea desenergizada)
10. Realizar disposición de residuos	Efectuar la disposición de los residuos generados por la actividad.		Jefe de Cuadrilla de Línea Viva (quien supervisa)
11. Solicitar cierre de la maniobra	Establecer comunicación con el Centro de Control con el fin de solicitar el cierre de maniobras según el Protocolo de comunicaciones operativas.		Jefe de Cuadrilla Línea desenergizada / Energizada
12. Verificar e informar la normalización del servicio	Verificar la normalización del servicio en la zona de trabajo, comprobando presencia de tensión, y confirmando. Informar la normalización del servicio y el retiro del personal del área de trabajo. Con el Departamento Centro de Control la operatividad.		Jefe de Cuadrilla Línea desenergizada / Energizada
13. Registrar información	Consignar la información de las actividades ejecutadas y el material utilizado en las planillas de trabajo.		Jefe de Cuadrilla Línea desenergizada / Energizada
14. Finalizar los trabajos y recoger los	Al terminar los trabajos, se debe dejar el sitio de trabajo tal cual como se ha	Cumplir Código Nacional de Tránsito Terrestre y con el plan de	Jefe de Cuadrilla Línea desenergizada /

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS DE S&SO Y AMBIENTALES	RESPONSABLE
equipos	encontrado, se debe recoger y verificar que no queden equipos y residuos en el sitio de trabajo.	manejo de tránsito (PMT).	Energizada
15. Retirar señalización de la zona de trabajo	Retirar la señalización vial y de la zona de trabajo, siempre y cuando se hayan finalizado los trabajos relacionados.	Cumplir Código Nacional de Tránsito Terrestre y con el plan de manejo de tránsito (PMT).	Jefe de Cuadrilla Línea desenergizada / Energizada

4.2.3. Cambio de red aérea de media tensión en línea desenergizada.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
1. Realizar alistamiento de la cuadrilla en la sede operativa	Previo a la salida a terreno se debe verificar en la sede operativa: • Elementos de protección personal y colectivo • Condiciones del vehículo, herramientas y equipos de seguridad registrados en el formato de la empresa, donde el Líder registra las conformidades de las actividades anteriormente mencionadas. • Equipos y herramientas para realizar arreglo en la red de baja tensión. • Materiales por utilizar • Equipos de medición calibrados Para el caso de incidencias, se realizan los trabajos una vez el Grupo Técnico determina que se cumplen las condiciones para la ejecución de la actividad, de lo contrario se programarán los trabajos.
2. Recibir la orden y desplazarse al sitio de trabajo	Luego de haber recibido la información de la orden asignada, el Grupo Técnico se debe desplazar hacia el lugar de la falla reportada siguiendo las normas establecidas en el Código Nacional de Tránsito Terrestre. En este paso se debe realizar el registro de la hora de inicio de desplazamiento y la hora estimada de llegada a la dirección suministrada.
3. Verificar las condiciones de seguridad y de acceso a la zona de trabajo	• Tener en cuenta antes de bajarse del vehículo: Visualice el entorno y determine posibles condiciones de peligro de riesgo público, riesgo biológico, riesgo locativo y riesgo vial. • Al iniciar las actividades tenga en cuenta: Determinar el impacto generado por la presencia de peatones y vehículos, relacionado con la seguridad durante el desarrollo del trabajo. Identifique posibles peligros a terceros durante la ejecución del trabajo. Identificar en la zona los posibles retornos a la red que se puedan generar por equipos electrógenos. **Nota 1**: se debe cumplir los estándares de alturas, espacios confinados, trabajos en tensión y uso adecuado de EPP de acuerdo con el nivel de tensión.
4. Delimitar zona de trabajo	Se debe señalizar la zona de trabajo Adicionalmente se debe señalizar la zona de trabajo con los siguientes elementos que apliquen del siguiente listado: • Avisos informativos (señales portátiles: trabajos en la vía, reducción de carril, 30 km/h) según el PMT vigente • Valla de señalización • Luces intermitentes

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Nota 2: En caso de que se requiera se deben usar controladores viales solicitando apoyo y poder orientar el tráfico durante la ejecución de los trabajos. Si requiere operarios adicionales para controlar el flujo vehicular se debe evidenciar en la planeación.
5. Análisis preoperacional	Una vez el Grupo Técnico se encuentre en el sitio, se debe realizar un análisis preoperacional para identificar los posibles riesgos e implementar la medida de cómo se van a mitigar. Utiliza formato F-IND-016_Ver_1_Analisis de Riesgos de la Operación.
6. Realizar planeación técnica en sitio	Realizar una charla previa al inicio de los trabajos, dirigida al personal que estará a cargo de la actividad, precisando: • Actividad de trabajo a realizar por cada miembro del Grupo Técnico • Secuencia de los trabajos a realizar • Forma segura de realizar trabajos • Mecanismos de comunicación de los posibles cambios que se presenten durante el desarrollo del trabajo • Riesgos a los que estarán expuestos • Inspección de elementos de protección personal y colectivos • Centros de atención cercanos (hospitales, centros de salud) Inculcar siempre la filosofía de trabajo en equipo y concienciar al personal de apoyo de la importancia de estar alerta e involucrado en el desarrollo del trabajo. Verificar que las instrucciones han sido comprendidas diligenciando las listas de chequeo de la empresa colaboradora y el formato de aceptación por parte de todos los integrantes Grupo Técnico.
7. Solicitar apertura de maniobra	Establecer comunicación para solicitar la apertura de maniobras según el Protocolo de comunicaciones operativas de la distribuidora del servicio de energía. La persona que se comunique con la distribuidora del servicio de energía para solicitar la apertura de la maniobra debe estar en terreno con el Grupo Técnico que va a ejecutar los trabajos. Solicitar y confirmar el bloqueo del re-cierres de (los) circuito(s) involucrados en el trabajo, al comunicarse con la distribuidora del servicio de energía.
8. Retirar o instalar red aérea de media tensión	Ubicarse en el sitio y proceder a la ejecución de los trabajos, teniendo en cuenta los pasos y actividades descritos en el descargo o incidencia. Antes de iniciar ascensos a los postes se deberá verificar y/o hacer prueba al estado del poste para saber si soporta el ascenso del trabajador. Para realizar el retiro e instalación de la red aérea de media tensión tenga en cuenta: • Garantizar antes de iniciar los trabajos aplicación de 5 Reglas de Oro y generar actuación en APP5R0. • En el retiro e instalación de la red aérea de media tensión siempre se deben guardar las distancias mínimas de seguridad con los elementos energizados de la estructura donde se realiza el trabajo, si existen. • La red aérea de media tensión debe garantizar que se contrarresten los esfuerzos horizontales sobre las estructuras intervenidas, mediante la instalación de templetes provisionales. • Instalar el carrete que contiene el conductor en uno de los extremos donde comienza o finaliza la red a cambiar según su conveniencia. • Cumplir el procedimiento de trabajo seguro en alturas IT-HSE-

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	001. • Se debe ubicar un liniero en cada estructura. Los linieros que están ubicados en los extremos deben sujetar mediante manilas y cortar simultáneamente una de las líneas a retirar. • En el extremo donde está el carrete, se debe halar la manila hasta llevar la línea y enrollarla completamente en el piso, quedando la manila auxiliar lista para sujetar, subir y tender la línea nueva • En el extremo contrario donde está el carrete, deben halar la manila que contiene la línea nueva hasta su punto de conexión. • Desde donde está ubicado el carrete, tensionar provisionalmente la línea hasta obtener la longitud requerida, luego sujetarla a la estructura y cortarla. • Todos los lineros ubicados en las estructuras deben garantizar el desplazamiento normal de las líneas y manilas durante el tendido. • Para el retiro e instalación de las líneas restantes repita los pasos. • Tensionar simultáneamente las líneas que se encuentran en los extremos de la cruceta para evitar el giro de la misma y por último tensionar la del centro. • Ubicar las líneas y amarrarlas sobre los aisladores. • Conectar pases o derivaciones donde se requiera. • Retirar templetes o instalaciones provisionales si se usaron. • Retirar puestas a tierra. • Realizar descenso cumpliendo estándar para trabajo seguro en alturas IT-HSE-001. • Retirar PMT, equipos y herramientas.
9. Solicitar cierre de la maniobra	Establecer comunicación con el Centro de Control con el fin de solicitar el cierre de maniobras según el Protocolo de comunicaciones operativas.
10. Verificar la normalización del servicio	Verificar la normalización del servicio en la zona de trabajo, comprobando presencia de tensión, indagando con los clientes y confirmando con el Departamento Centro de Control la operatividad y cargabilidad del circuito.
11. Reportar el cierre de la atención de la Incidencia y/o descargo	Establecer comunicación con el Centro de control con el fin de solicitar el cierre de la incidencia y/o descargo según el Protocolo de comunicaciones operativas
12. Realizar disposición de residuos	Efectuar la disposición de los residuos generados por la actividad, de acuerdo con el Instructivo Operacional PR-HSE-006 Control Ambiental para la Gestión de Residuos.
13. Finalizar los trabajos y recoger los equipos	Al terminar los trabajos, se debe dejar el sitio de trabajo tal cual como se ha encontrado, se debe recoger y verificar que no queden equipos y residuos en el sitio de trabajo.

4.2.4. Descripción de trabajo para desenergización de transformadores de distribución.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
1. Realizar alistamiento del Grupo Técnico	Realizar el alistamiento del Grupo Técnico según el instructivo Alistamiento de recursos para ejecución de trabajos de obras y mantenimiento de redes.
2. Realizar análisis preoperacional	Una vez el Grupo Técnico se encuentre en el sitio, se debe realizar un análisis preoperacional para identificar los posibles riesgos e implementar la medida de cómo se van a mitigar.
3. Realizar charla Preoperativa	Realizar charla preoperativa según el instructivo Tablero operativo, donde se

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
	asignan los roles para poder ejecutar los trabajos para cada persona.
4. Verificar las condiciones de seguridad y de acceso a la zona de trabajo	Tener en cuenta antes de bajarse del vehículo: • Visualice el entorno y determine posibles condiciones de riesgo • Identifique la presencia de animales que puedan generar riesgo. • Identifique posible agresión de habitantes de la zona. Al iniciar las actividades tenga en cuenta: • Determinar el impacto generado por la presencia de peatones y vehículos, relacionado con la seguridad durante el desarrollo del trabajo. • Identificar posibles riesgos durante la ejecución de los trabajos para el personal que los vaya a ejecutar. • Identifique posibles riesgos a terceros durante la ejecución del trabajo.
5. Delimitar el área de trabajo	Señalizar la vía (calzada y andén) o la zona de trabajo de acuerdo con la normatividad vigente (Plan de manejo de tránsito (PMT) aprobado por el ente correspondiente o de acuerdo con la normatividad vigente), y demarcar la zona de trabajo restringiendo el paso de terceros utilizando los elementos de señalización.
6. Solicitar apertura de maniobra	Establecer comunicación para solicitar la apertura de maniobras según el Protocolo de comunicaciones operativas. La persona que se comunique con el Departamento Centro de Control debe estar en terreno con la Grupo Técnico que va a ejecutar los trabajos Solicitar el bloqueo del cierre de(los) circuito(s) involucrados en la actividad, al comunicarse con el Centro de Control Enel Codensa.
7. Des energizar transformador es de distribución	Para realizar la des energización de transformadores de distribución, se debe tener en cuenta: Para el caso de transformadores Instalados en postes: • Es importante tener en cuenta cuando los transformadores estén instalados en postes utilizar equipo y competencias para trabajar en alturas. • Retirar carga del transformador, abrir seccionamientos en baja tensión o coordinando con los clientes del sector la disminución de carga hasta donde sea posible (tomar carga de las fases en BT si el transformador no posee seccionamiento en BT) • Para los casos donde existan cargas capacitivas (condensador), se debe verificar que éstas sean desconectadas totalmente. • Realizar apertura de los cortacircuitos, utilizando la pértiga telescópica desde el piso, tapete y guantes dieléctricos. • Si el transformador es trifásico y posee un cortacircuito sin el tubo portafusible (cañuela) y se encuentra puenteado se procede abrir primero los dos cortacircuitos que se encuentran con tubo portafusible (cañuelas) posteriormente se abre el cortacircuito puenteado. • Se debe utilizar Load Buster, siempre y cuando el cortocircuito cuente con el herraje para sujetarlo. • Si se va a realizar mantenimiento al transformador se debe probar ausencia de tensión, cortocircuitar y aterrizar los bornes de baja tensión del mismo, luego desconectar y cortocircuitar la red de baja tensión que alimenta. Para el caso de transformadores instalados en subestaciones de local sótano y pedestal con cortacircuitos según aplique:

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
	• Retirar carga del transformador, abriendo seccionamientos en baja tensión o coordinando con los clientes del sector la disminución de carga hasta donde sea posible. • Para los casos donde existan cargas capacitivas (condensador), se debe verificar que estas sean desconectadas totalmente. • Evaluación visual de esta y funcionamiento de los cortacircuitos. • Antes de realizar la apertura de cortacircuitos, instalar tapete dieléctrico para el posicionamiento del operario. • Realizar apertura de cortacircuitos utilizando la pértiga correspondiente, load buster, guantes dieléctricos, lentes de seguridad, monja, y careta con visor. Para el caso de transformadores que operan con equipos de maniobra en MT: • Realizar apertura del seccionamiento bajo carga siempre con guantes dieléctricos lentes de seguridad y, monja y careta con visor, tapete dieléctrico o botas Ecoboost. • Se debe abrir en los extremos necesarios puntas dependiendo a la cantidad de vías y asegurar los puntos de corte aterrizando bloqueando y señalizando Si se va a realizar mantenimiento al transformador se debe probar ausencia de tensión, cortocircuitar y aterrizar los bornes de baja tensión, luego desconectar, cortocircuitar la red de baja tensión que alimenta el mismo y aislar completamente el sitio de trabajo, tanto en media como en baja tensión
8. Realizar disposición de residuos	De acuerdo con la norma técnica ambiental de la compañía Clasificación, almacenamento y segregación de residuos, efectuar la disposición de los residuos generados por la actividad..
9. Solicitar cerre de las manobras	Establecer comunicación con el Centro de Control con el fin de solicitar el cerre de manobras.
10. Verificar la normalización del servicio	Verificar la normalización del servicio en la zona de trabajo, comprobando presencia de tensión, indagando con los clientes y confirmando con el Departamento Centro de Control la operatividad y cargabilidad del circuíto.
11. Informar normalización del servicio	Informar la normalización del servicio, la finalización de los trabajos y el retiro de personal del área de trábao, Al Departamento Centro de Control.
12. Finalizar los trábaos y recocer los equipos	Al terminar los trabajos, se debe dejar el sitio de trábao tal cal como se ha encontrado, se debe recocer y verificar que no queden equipos y Residuos en el sitio de trabajo.
13. Retirar señalización de la zona de trábao	Retirar la señalización de la via y de la zona de trábajo, sempre y cuando se hallan finalizado los trábaos relacionados . y siguiendo el instrutivo señalización de zona de trábajo.
14. Solicitar cerre de las manobras	Establecer comunicación con el Centro de Control con el fin de solicitar el cerre de manobras seguen el Protocolo de comunicacións operativas.

4.2.5. Descripción de trabajo para Cambio y Montaje de Transformadores en Redes Aéreas con Aparejo.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
1. Realizar alistamiento técnico del Grupo Técnico	Realizar el alistamiento del Grupo Técnico según el instructivo Alistamiento de recursos para ejecución de trabajos de obras y mantenimiento de redes.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
2. Realizar alistamiento de la cuadrilla en la sede operativa	Previo a la salida a terreno se debe verificar en la sede operativa: • Elementos de protección personal y colectivo • Condiciones del vehículo, herramientas y equipos de seguridad registrados en el formato de la empresa, donde el Líder registra las conformidades de las actividades anteriormente mencionadas. • Equipos y herramientas para realizar arreglo en la red de baja tensión. • Materiales a utilizar • Equipos de medición calibrados Para el caso de incidencias, se realizan los trabajos una vez el Grupo Técnico determina que se cumplen las condiciones para la ejecución de la actividad, de lo contrario se programarán los trabajos.
3. Recibir la orden y desplazarse al sitio de trabajo	Luego de haber recibido la información de la orden asignada, el Grupo Técnico se debe desplazar hacia el lugar de la falla reportada siguiendo las normas establecidas en el Código Nacional de Tránsito Terrestre. En este paso se debe realizar el registro de la hora de inicio de desplazamiento y la hora estimada de llegada a la dirección suministrada.
4. Verificar las condiciones de seguridad y de acceso a la zona de trabajo	• Tener en cuenta antes de bajarse del vehículo: Visualice el entorno y determine posibles condiciones de peligro de riesgo público, riesgo biológico, riesgo locativo y riesgo vial. • Al iniciar las actividades tenga en cuenta: Determinar el impacto generado por la presencia de peatones y vehículos, relacionado con la seguridad durante el desarrollo del trabajo. Identifique posibles peligros a terceros durante la ejecución del trabajo. Identificar en la zona los posibles retornos a la red que se puedan generar por equipos electrógenos. **Nota 1**: se debe cumplir los estándares de alturas, espacios confinados, trabajos en tensión y uso adecuado de EPP de acuerdo con el nivel de tensión.
5. Delimitar zona de trabajo	Se debe señalizar la zona de trabajo. **Nota 2**: En caso de que se requiera se deben usar controladores viales solicitando apoyo y poder orientar el tráfico durante la ejecución de los trabajos. Si requiere operarios adicionales para controlar el flujo vehicular se debe evidenciar en la planeación.
6. Análisis pre-operacional	Una vez el Grupo Técnico se encuentre en el sitio, se debe realizar un análisis preoperacional para identificar los posibles riesgos e implementar la medida de cómo se van a mitigar. **Nota 3**: El análisis preoperacional se realizará en el documento en físico. Para el caso que el contratante requiera el uso y manejo de sus formatos de identificación de peligros se hará su implementación en formato ARO.
7. Realizar planeación técnica en sitio	Realizar una charla previa al inicio de los trabajos, dirigida al personal que estará a cargo de la actividad, precisando: • Actividad de trabajo a realizar por cada miembro del Grupo Técnico • Secuencia de los trabajos a realizar • Forma segura de realizar trabajos • Mecanismos de comunicación de los posibles cambios que se presenten durante el desarrollo del trabajo • Riesgos a los que estarán expuestos • Inspección de elementos de protección personal y colectivos • Centros de atención cercanos (hospitales, centros de salud) Inculcar siempre la filosofía de trabajo en equipo y concienciar al personal de apoyo de la importancia de estar alerta e involucrado en el desarrollo del trabajo. Verificar que las instrucciones han sido comprendidas diligenciando las listas

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	de chequeo de la empresa colaboradora y el formato de aceptación por parte de todos los integrantes Grupo Técnico.
8. Solicitar apertura de maniobra	Establecer comunicación para solicitar la apertura de maniobras (Bloqueo de re-cierres automáticos o re-closer) según el Protocolo de comunicaciones operativas. **Nota 4:** Notificar al jefe del Grupo Técnico o al supervisor, para que sean suspendidos los trabajos, en caso de identificar algún aspecto que genere riesgo en la ejecución de los trabajos.
9. Verificación del tipo de estructura, estado y la capacidad del Transformador de distribución	1. Verificar las siguientes características del transformador a cambiar o a instalar: • Mecanismo de fijación a la estructura (silla – abrazadera). • Tipo de salidas en baja tensión. • Nivel de tensión primaria. • Nivel de tensión secundaria. • Capacidad en kVA. **Nota 5: Verificar que la estructura (postes, vigas, cercos, crucetas, protecciones) donde se va a instalar el transformador y las conexiones esté en buen estado.**
10. Apertura de Protecciones de transformador de distribución. (si aplica)	• Cumplir estándar para trabajo seguro en alturas. • Realizar la desenergización del transformador. • Aplicación de 5 Reglas de Oro. • Adicionalmente, proceder a bajar las cañuelas de los cortacircuitos con la pértiga telescópica, con el fin de revisar que los fusibles son los especificados para el transformador que se va a instalar.
11. Marcación y desconexiones eléctricas en baja tensión	Marcar las salidas del transformador BT y desconectarlas. **Nota 6:** Desconectar sistemas de puesta a tierra del transformador.
12. Sujetar el transformador	Tener en cuenta lo siguiente: • Analizar el área de desplazamiento por donde se moviliza el transformador. • Verificar el peso del transformador o equipo a manipular. (Este no exceder la capacidad del sistema de control de descenso.) • Subir un estrobo con el ayudador de conformidad con las características del transformador. • Colocar un estrobo en las orejas a cada extremo del transformador, verificando que éste quede firme y no interfiera con los bujes de entrada de media tensión. • Enganchar el estrobo al gancho del aparejo y verificar que éste se pueda manipular. • instalar el sistema de control de descenso de la carga. (Freno, id, winche). • Instalar la polea desviante en la base del poste, para tensionar horizontalmente el aparejo con el fin de evitar el movimiento de la estructura.
13. Soltar el transformador	Tener en cuenta lo siguiente: • Elevar lentamente el transformador para poder aflojarlo. • Utilizar la herramienta adecuada para aflojar las abrazaderas y demás amarres que sostienen el transformador. • El operario que está trabajando en altura debe estar atento al movimiento de péndulo que realice el transformador en el momento de aflojarlo y/o despegarlo del poste, evitando el riesgo de golpes, cortaduras o aprisionamiento. • Amarrar una manila abrazando el transformador para que sirva de guía o viento, evitando que el equipo sea golpeado y/o se presenten

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	derrames de aceite. • Desconectar el conductor de línea a tierra.
14. Bajar el transformador	Tener en cuenta lo siguiente: • Bajar lentamente el transformador guiándose o ayudándose con la manila. • NO situarse nunca debajo de la carga izada.
15. **16. Cambio de estructura**	• Demarcar el área, retirar el personal que se encuentre debajo del elemento a retirar. • Si se requiere realizar cambio de vigas u otro elemento de la estructura que haga parte del soporte del transformador en este punto se puede ejecutar cuando el transformador ya este a nivel de suelo. • El retiro cambio de vigas se debe realizar garantizando que estas estén sujetas a las crucetas o poste por medio de una manila con capacidad suficiente para soportar las vigas. • Se debe controlar la carga evitando movimientos en péndulo de la misma. • La viga se debe descender con una polea y una cuerda auxiliar para controlar el descenso. • Para la instalación de la nueva estructura aplique los controles anteriores durante el izaje y la manipulación de la carga. • Verifique la instalación y el ajuste de los elementos de sujeción de la estructura.
17. Subir y/o instalar el transformador	Tener en cuenta lo siguiente: □ • Revisar el estado de los estrobos y gancho. • Colocar un estrobo en las orejas a cada extremo del transformador, verificando que el estrobo quede firme y no interfiera con los bujes de entrada de media tensión. • Amarrar una manila abrazando el transformador para que sirva de guía o viento. • Verificar la instalación del sistema de control de descenso/ascenso de la carga (freno, id, winche). • Elevar lentamente el transformador hasta la altura de montaje. • Instalar las abrazaderas o amarres de acuerdo con la norma técnica de construcción y proceder a apretar los tornillos con la herramienta adecuada, o empalmar y ajustar los amarres, según corresponda, dejando perfectamente nivelado el transformador. • Aterrizar el transformador conectándolo al sistema de puesta a tierra. • Retirar el estrobo, bajarlo con el ayudador y retirar el sistema el control de descenso de la carga • Adicionalmente, proceder a subir las cañuelas de los cortacircuitos utilizando la pértiga telescópica, con los fusibles especificados para el transformador que se va a instalar.
18. Efectuar conexiones eléctricas en media tensión.	Conectar la bajante inferior del cortocircuito a los bujes del transformador de MT de forma alineada.
19. Efectuar conexiones eléctricas en baja tensión	✓ Teniendo en cuenta la marcación de la secuencia de las fases en baja tensión, conectar las bajantes a los bornes del transformador: primero conectando puesta a tierra, el neutro y luego las fases. ✓ Retirar puestas a tierras temporales en baja tensión.
20. Descender del poste	Cumplir estándar para trabajo seguro en alturas.
21. Conexiones en MT	Proceder a instalar las cañuelas de los cortacircuitos utilizando la pértiga telescópica, con los fusibles especificados para el transformador que se va a instalar.
22. Comunicación con centro de control	Comunicarse con centro de control MT solicitando autorización para la energización del transformador de acuerdo al instructivo para protocolo de comunicaciones

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
23. Energizar el transformador	Cumplir instructivo de apertura y cierre de transformador. Normalización del servicio.
24. Verificar la Normalización del servicio	Verificar la normalización del servicio en la zona de trabajo, comprobando tensión en los puntos de salida de BT.
25. Reportar el cierre de la atención de la Incidencia/maniobra	Establecer comunicación con el Centro de control con el fin de solicitar el cierre de la incidencia y finalizar maniobras según el Protocolo de comunicaciones operativas.
26. Realizar disposición de residuos	Efectuar la disposición de los residuos generados por la actividad.
27. Finalizar los trabajos y recoger los equipos	Al terminar los trabajos, se debe dejar el sitio de trabajo tal cual como se ha encontrado, se debe recoger y verificar que no queden equipos y residuos en el sitio de trabajo.

4.3. Tareas necesarias para la planeación de trabajos sobre las redes de distribución eléctrica de Bogotá.

4.3.1. Identificar la necesidad de posibles baterías para pacientes oxigeno dependientes.

Siempre que se ejecutan labores con afectación a clientes se debe validar que en la zona de afectación no existan usuarios con dependencia a oxígeno permanente, en el caso en que se evidencia que en la zona existen pacientes con esta condición, se debe gestionar el suministro de baterías temporales que permitan proporcionar energía a los equipos de oxígeno de los pacientes afectados.

En los casos en que existan casas de cuidado para pacientes de la tercera edad sobre la zona de afectación, se debe validar la opción de instalar una planta eléctrica sobre la acometida de este cliente, a fin de garantizar que los pacientes que allí residan cuenten con los servicios básicos para asegurar el óptimo estado de salud de las personas durante la ejecución de los trabajos.

4.3.2. Validar posibles escenarios en los cuales se requiera suministrar grupos electrógenos a clientes o alimentar otro tipo de cargas indispensables.

Los apoyos de este tipo de recurso están sujetos a la identificación previa de la zona de trabajo, suelen suministrarse en puntos en los cuales, por temas de calidad del servicio, se excede el máximo radio de afectación a clientes, y para realizar las maniobras se solicita por parte del operador de red, la inclusión de grupos electrógenos para disminuir el impacto sobre los indicadores de calidad de la compañía.

También se puede brindar este tipo de apoyo, cuando los clientes manifiestan con anterioridad que su modelo de negocio no permite el corte de energía sobre sus establecimientos (Fábricas, puntos fríos, industrias, bancos, entidades gubernamentales, hospitales, etc.).

4.3.3. Maquilladora o rotuladora.

Para los trabajos que contemplan tendido de cable de media tensión nuevo por ductería subterránea, o cambio de cable subterráneo, es necesario realizar la rotulación de los extremos de los cables. Esta actividad busca identificar de dónde viene cada cable y hacia dónde va, permitiendo que las cuadrillas en terreno tengan mayor facilidad para identificar la conexión de los diferentes circuitos.

4.3.4. Pruebas VLF (Very Low Frecuency) de cables subterráneos.

Para los trabajos que contemplan tendido de cable de media tensión nuevo por ductería subterránea, o cambio de cable subterráneo, es necesario realizar pruebas a los cables nuevos. Las normativas actuales establecen que los cables deben ser sometidas a esta prueba para garantizar el correcto aislamiento del cable instalado. Cuando los trabajos son ejecutados por la distribuidora, para el caso de Bogotá ENEL CODENSA, la empresa realiza las pruebas al cable para su posterior energización.

4.3.5. Trazadores de cables para realizar seguimiento a redes subterráneas sin hacer levantamiento de tapas de cámaras.

Estos equipos pueden ser utilizados para identificar el recorrido de cables subterráneos de manera más eficiente, eficaz y segura para los operarios de la red. Son equipos que se encargan de facilitar el trabajo, en caso de no poseer este complemento, la identificación deberá realizarse punto a punto mediante el levantamiento de las diferentes cámaras subterráneas existentes en el trazo. La Figura 21, corresponde a un ejemplo de la identificación del trazado de cables mediante una herramienta diseñada para dicha labor, esto con el fin de realizar el seguimiento a la red subterránea, sin tener que llevar a cabo el levantamiento de las cámaras subterráneas.

Figura 21. Identificación y trazado de cables.



Fuente: Megger, Megger “Identificación y trazado de cables”, csa.megger.com, 27 de septiembre de 2019, Bogotá

4.4. Aspectos para tener en cuenta al construir redes de distribución eléctrica en Bogotá.

Para realizar la construcción de redes de media y baja tensión en la ciudad de Bogotá es necesario tener en cuenta todo lo definido en las tareas necesarias para la planeación de trabajos sobre las redes de distribución eléctrica de Bogotá., así como las consideraciones y lineamientos relacionados a continuación.

4.4.1. Reconocer normas constructivas del operador de Red.

El operador de red que para el caso de Bogotá corresponde a ENEL CODENSA, cuenta con una página de internet en la cual se comparte toda la información sobre los diferentes tipos de normas existentes y especificaciones técnicas, estas normas enuncian la forma, materiales, distancias y características bajo las cuales deben ser construidas las diferentes estructuras en MT y BT que hagan parte de la red de distribución eléctrica de la ciudad de Bogotá.

4.4.2. Apreciaciones preliminares.

En el área comprendida como perímetro urbano de la ciudad de Bogotá las redes de distribución eléctrica se encuentran construidas sobre las zonas previstas como áreas de utilidad pública, estas áreas corresponden a la ubicación designada para los servicios públicos domiciliarios. por esta razón para el caso de redes de las redes de media tensión (34.5 [kV], 11.4[kV]), baja tensión e iluminación pública no se detalla una zona de afectación. En la zona urbana de Bogotá, las redes se construyen por el costado norte en las calles y occidente en las carreras.

“En las vías clasificadas por el Departamento Administrativo de planeación Distrital (DAPD) como vías V0, V1 y V2, así como en las urbanizaciones de estratos 4, 5 y 6 definidos por el decreto 1192 del 22 de Diciembre de 1997, en zonas históricas y en general en aquellos sitios donde la conformación de redes aéreas no estén de acuerdo con las normas establecidas, no se permite el montaje en postes de transformadores de ninguna capacidad, ni la construcción de redes aéreas; en estos casos deben construirse redes subterráneas.

Todas las líneas y redes entregadas para operar por ENEL CODENSA deberán tener legalizada la servidumbre. Los permisos requeridos para la ejecución de un proyecto serán tramitados por el interesado. Terminada la obra de ejecución de un proyecto, se deberá entregar a ENEL CODENSA los planos finales de construcción.” [37]

4.4.3 Materiales y equipos.

Los materiales y equipos utilizados en la construcción de redes de distribución eléctrica generalmente son suministrados por ENEL CODENSA, sin embargo, por temas logísticos o de existencias en las bodegas, pueden ser comprados o suministrados por terceros a las empresas contratistas que se encargan de llevar a cabo las obras.

“Todos los materiales y equipos suministrados por ENEL CODENSA, particulares o firmas contratistas para ser instalados en el sistema de ENEL CODENSA, deben ser nuevos y cumplir con las Normas ICONTEC o internacionales, con las especificaciones técnicas exigidas por ENEL CODENSA. Todos los materiales deben tener el nombre del fabricante o la marca de fábrica y las instrucciones mínimas que permitan su correcta utilización; siempre se deberá demostrar la procedencia de los materiales a instalar y sus certificación de producto y de Retie.

Además de lo anterior, únicamente se admiten los materiales o equipos que estén acreditados por el ente autorizado por la Superintendencia de Industria y Comercio, por ello, se recomienda a los ingenieros o a las firmas constructoras que soliciten información y verifiquen al fabricante o entes certificadores, sobre los equipos antes de adquirir o iniciar los trabajos de construcción.” [37]

4.5. Recursos técnicos, logísticos y humanos.

Este factor es uno de los más relevantes para garantizar el desarrollo exitoso de actividades sobre la red de distribución eléctrica de Bogotá. Todas las intervenciones deben contar con equipo logístico y humano calificado para realizar las actividades asignadas.

Todas las actividades que se realicen sobre redes eléctricas deberán estar supervisadas y avaladas por el área de seguridad y HSEQ de la empresa, en caso de ser independiente, se sugiere buscar la asesoría de un profesional en el área que aplique, avale y supervise los procedimientos a realizar.

No se sugiere la ejecución de actividades si no se cumple con alguno de los ítems mencionados a continuación.

4.5.1. Vehículos certificados conforme a la actividad.

Una gran parte de las actividades realizadas sobre las redes eléctricas tienen inmerso el uso de vehículos como carro canastas, grúas, Furgones, Vactor (camiones con sistema de succión) entre otros. Cada uno de estos vehículos deberá contar con los certificados que apliquen conforme al tipo de actividad a realizar, En caso de que no se cuente con alguno de estos certificados, se puede considerar como actividad insegura para los operarios y se sugiere no proceder con lo previsto.

En la Figura 22, se muestra un ejemplo de los vehículos tipo canasta; los cuales son utilizados en los trabajos efectuados sobre las redes de distribución aérea.

Figura 22. Imagen de carro canasta para trabajos en línea energizada y grúas.



Fuente: Autores.

4.5.2. Equipos de protección personal y protección colectiva.

Toda intervención que se realice sobre redes de media y baja tensión deberán estar sujetas al uso de los equipos de protección personal que apliquen de acuerdo al nivel de tensión y tipo de actividad a realizar. No se debe acceder a ninguna red eléctrica sin cumplir con los equipos adecuados y certificados con las pruebas dieléctricas vigentes.

La Figura 23, se identifica una inspección de seguridad periódica, realizada para los equipos y herramientas utilizados por las cuadrillas que realizan trabajos sobre las redes de distribución. Estas inspecciones son realizadas rigurosamente por el personal de seguridad, para garantizar el buen estado de las herramientas y la vigencia de las pruebas dieléctricas requeridas.

Figura 23. Inspección de equipos de protección personal y colectivos con herramientas.



Fuente: Autores.

4.5.3. Competencias del personal técnico.

Toda persona que interviene la red eléctrica deberá contar con los certificados propios al nivel de tensión y de la actividad a realizar sobre la misma, como la tarjeta profesional CONALTEL, o las matrículas CONTE T3, T4, T5 y T6, el curso de alturas para los operarios que van a trabajar en tendido de red o a realizar labores en alturas superiores a 1.5 metros, el curso de operador de grúa hidráulica para el personal que va a manejar los brazos hidráulicos de los vehículos tipo canasta; estos cursos tienen una validez de un año y deben ser emitidos por un centro de entrenamiento autorizado por el ministerio del trabajo.

En términos de seguridad, se está exigiendo los cursos de manejo defensivo de vehículo automotor, para el caso de supervisores o conductores. No se recomienda maniobrar ningún tipo de red eléctrica por personal no apto para tal fin.

En la Figura 24, se visualiza una de las capacitaciones del personal operativo involucrado en los trabajos sobre las redes de distribución de Bogotá. En cada una de estas capacitaciones se debe dejar constancia por medio de un acta, con compromisos para verificar su cumplimiento.

Figura 24. Personal técnico recibiendo capacitación.



Fuente: Autores.

4.5.4. Herramientas

Se debe contar con las herramientas adecuadas para la ejecución de los diferentes trabajos, las mismas deben de estar avaladas por un ente acreditador y cumplir con unos requisitos mínimos de calidad y rigidez dieléctrica dependiendo las tareas a realizar.

Las herramientas para utilizar para cada tarea son definidas por el procedimiento establecido para cada actividad entre ENEL CODENSA. y empresa colaboradora; debe de estar registrado en el sistema de gestión de calidad de la empresa contratista y bajo el aval de ENEL CODENSA.

4.6. Tareas necesarias para la operación y mantenimiento de las redes de distribución eléctrica de Bogotá

Con relación a los trabajos relacionados con la operación y mantenimiento de las redes de distribución eléctrica, es importante tener en cuenta los recursos técnicos, logísticos y humanos mencionados en el ítem 4.3., y las relacionadas a continuación.

4.6.1. Reconocer si el escenario de operación requiere apoyo de vactor o motobombas para desagüe de cámaras o subestaciones subterráneas.

Conforme a la topología de la red de la ciudad de Bogotá, es natural encontrarse en situaciones en las cuales el factor climático tiene incidencia sobre la operación de las redes eléctricas subterráneas y aéreas de la ciudad. Es común encontrar casos en los que las cámaras subterráneas por las cuales pasan los cables de media tensión y baja tensión se encuentran inundadas o llenas de escombro o basura. en estos casos es necesario contemplar el apoyo de equipos como vactor o motobomba que permitan realizar una limpieza y desagüe total de las subestaciones a intervenir, esto con el fin de garantizar la seguridad de los operarios en el momento de intervenir la red.

Adicionalmente, cuando se intervienen espacios subterráneos los operarios que ingresen a las cámaras o subestaciones deberán contar con competencias para trabajos en espacios confinados y trabajos en alturas, con base en esto, la empresa deberá suministrar los equipos asociados a este tipo de actividades, equipos que

deben cumplir con los parámetros y certificados exigidos por la ley. Algunos ejemplos son:

~ Detector de gases.

~ Equipo certificado para trabajos en alturas.

~ Equipo certificado para trabajos en líneas desenergizadas o energizadas.

4.6.2. Apoyos de grupos técnicos en otras especialidades como obras civiles o podas.

Cuando existen situaciones externas que afectan la intervención de las redes, como ramas cercanas a las redes de media o baja tensión abiertas, se hace necesario solicitar el apoyo del área forestal, para que previo a la maniobra, este grupo técnico ejecute actividades de limpieza sobre la red en la cual se pretende trabajar. De igual manera, existen casos en los cuales se requerirá apoyo de cuadrillas especializadas en el área civil con fines cómo; no afectar obras de remodelación de espacios públicos realizadas por el IDU, remoción de cables subterráneos enterrados en el asfalto, entre otros.

Por esta razón siempre es necesario analizar el tipo de grupo técnico requerido como apoyo para poder llevar a buen término el desarrollo de las actividades proyectadas.

4.6.3. Proceso de mantenimiento correctivo en redes de distribución.

El mantenimiento de las redes eléctricas en la ciudad de Bogotá es la ambulancia del sistema de distribución de la ciudad y se encarga de restablecer el servicio de energía eléctrica, se divide en tres subprocesos o tres etapas, que se especifican a continuación:

4.6.3.1. Atención de emergencias Baja Tensión (BT).

En esta fase llegan los datos reportados por el fono servicio, que es un sistema de reporte de llamadas telefónicas donde los clientes reportan los diferentes daños en sus sistemas.

Estas solicitudes son atendidas con Equipos Técnicos de trabajo (ETT), en vehículos tipo livianos.

4.6.3.2. Atención de emergencias Media Tensión (MT).

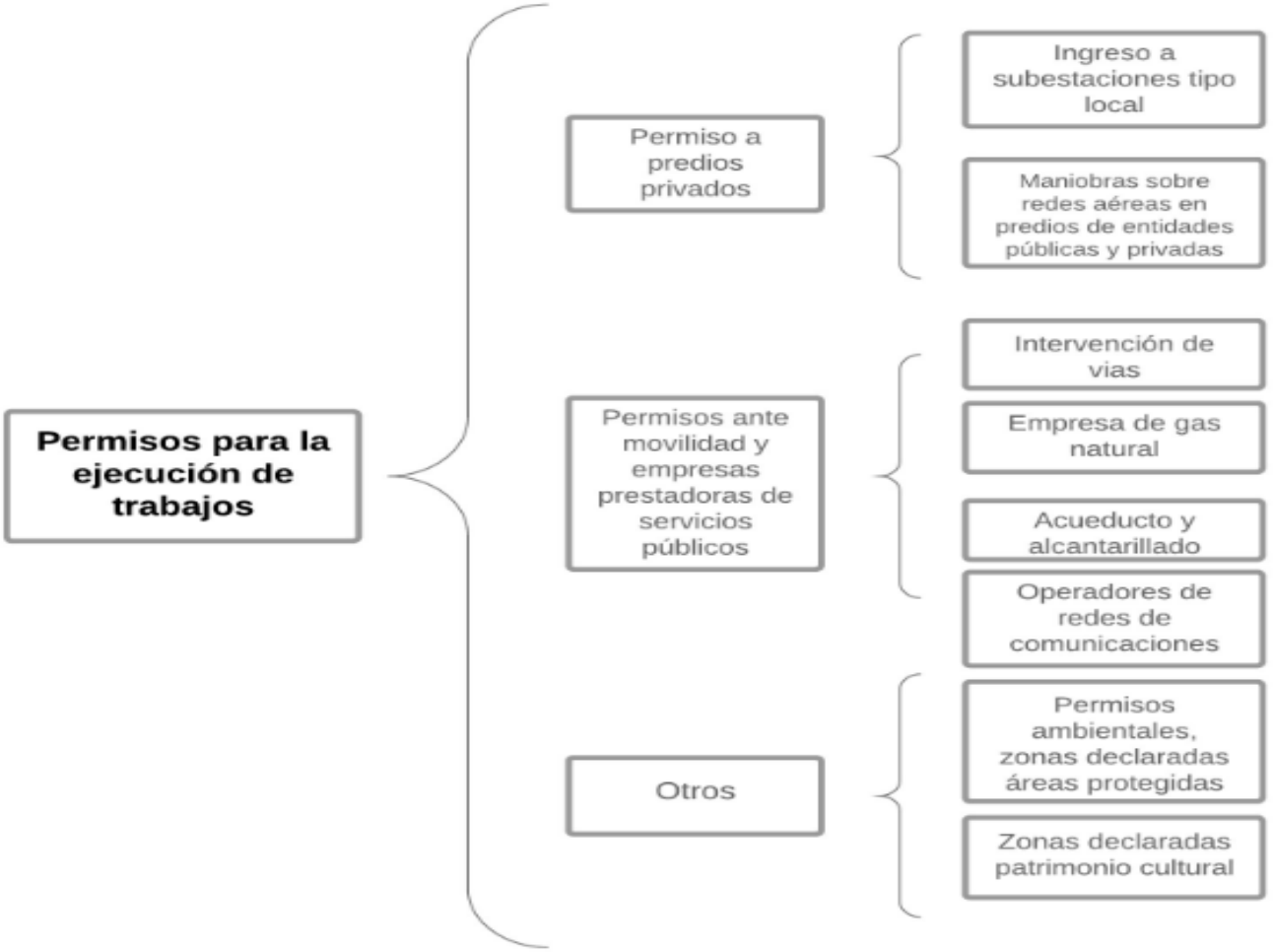
Algunas de estas solicitudes también provienen de los usuarios de ENEL CODENSA, pero en su mayoría corresponde a datos que fueron escalados desde Atención de emergencias de baja tensión y en los cuales no fue posible el completo restablecimiento del servicio, también pueden ser solicitudes que vienen directamente del centro de control de media tensión de ENEL CODENSA.

Igualmente, son atendidas estas solicitudes por ETT’s, con vehículos tipo canasta y con mayor cantidad de herramientas y equipos.

5. PERMISOS REQUERIDOS PARA EJECUCIÓN DE TRABAJOS.

Con el fin de realizar una planeación adecuada de los trabajos, es necesario conocer todos los recursos o detalles que pueden estar involucrados en la ejecución de una maniobra, pues en muchos casos ocurren imprevistos que podrían evitarse realizando una revisión general de estos aspectos. La Figura 25 describe algunos de los permisos que deben ser considerados para lograr la ejecución de trabajos sobre la red eléctrica de la ciudad de Bogotá.

Figura 25. Permisos más relevantes, de acuerdo con el tipo de operación.



Fuente: Autores

Es por esta razón, que para la adecuada ejecución de maniobras se requiere gestionar unos permisos específicos, dependiendo de la zona de influencia en la cual se llevara a cabo la actividad. Los permisos pueden ser de ingreso a predios privados, permisos de intervención del espacio público o el apoyo de empresas prestadoras de servicios públicos y los permisos para realizar trabajos en zonas reservas ambientales o sitios declarados como patrimonio cultural.

5.1. Evidenciar los casos en los cuales se hace necesario tramitar permiso para ingreso a predios a fin de ejecutar maniobras sobre la red de distribución eléctrica de Bogotá.

5.1.1. Maniobras sobre subestaciones de tipo local en edificaciones privadas.

En trabajos sobre redes subterráneas es muy común ejecutar trabajos en subestaciones que se encuentran en predios privados, sobre todo cuando la red a intervenir se encuentra en ubicaciones como el centro o conjuntos residenciales de la ciudad de Bogotá. En estos casos es necesario contar con el apoyo del gestor social, el cual deberá encargarse de socializar la fecha de afectación y la franja de esta, además, se encargará de solicitar los permisos ante las administraciones de los predios a intervenir.

5.1.2. Maniobras sobre redes aéreas en predios de entidades públicas o privadas.

De igual manera a lo expuesto sobre los permisos requeridos en redes subterráneas, existen casos en los cuales las redes eléctricas a pesar de ser aéreas se encuentran sobre predios del estado o privados. Para estos casos es necesario evidenciar dicha condición en el levantamiento previo y realizar la solicitud de permisos con el apoyo del gestor social, quien deberá hacer una visita en sitio para contactarse con los encargados y establecer los parámetros y trámites necesarios para lograr la ejecución de los trabajos.

5.1.3. Maniobras que contemplan afectación a clientes institucionales.

Existen casos en los cuales se hace necesario intervenir redes que suministran servicio de energía a entidades como instituciones financieras, fondos de seguro, bancos, etc. Para este tipo de clientes es necesario acordar la fecha en la cual es posible realizar el corte de energía, con la finalidad que estas instituciones o clientes puedan prever las consecuencias y tomar medidas para no afectar su operación. Este tipo de permisos pueden ser gestionadas por parte del área de gestión social o el área técnica encargada.

5.1.4. Afectación a clientes de otro comercializador.

En la situación en que se hace necesario intervenir algún cliente que cuenta con un comercializador diferente al distribuidor de red local, es necesario contactarse con la comercializadora para solicitar los permisos que la misma establezca y lograr llevar a cabo las actividades programadas. Este tipo de permisos pueden ser gestionadas por parte del área de gestión social o el área técnica encargada.

5.2. Identificar los casos en los cuales se hace necesario tramitar permiso con entidades como Movilidad, gas, acueducto, IDU, entre otros, a fin de ejecutar maniobras sobre la red de distribución eléctrica de Bogotá

5.2.1. Permisos para la intervención de vías locales y secundarias de la ciudad (Planes de manejo de tráfico).

Los PMT son importantes cuando los trabajos a realizar están situados sobre vías locales o secundarias sobre la cual existen tráfico de vehículos o peatones. Es importante su implementación ya que permite guiar a los peatones y conductores de

vehículos de manera segura por el área donde se realiza la obra, también advierte sobre el riesgo que la labor representa y contribuye a garantizar el trabajo seguro de los trabajadores.

El plan de manejo de tráfico (PMT) se conforma mediante señalización vertical temporal de obra: señales informativas, preventivas y reglamentarias, y señalización horizontal.

Los usuarios deben seguir las señales del plan de manejo de tráfico (PMT) por seguridad, con el objeto de no afectar la ejecución de los trabajos y garantizar una adecuada movilidad vehicular y peatonal sobre la zona.

Para los casos en los cuales es necesario realizar el cierre completo de una vía que sea considerada de alto impacto, es necesario gestionar con secretaria de movilidad el permiso para poder realizar el cierre de la vía.

Codensa dentro de su compromiso por mitigar los impactos producto de su actividad, cuenta con algunos planes de manejo de tráfico (PMT´s) típicos aprobados por secretaría de movilidad. Dentro de estos se contemplan las situaciones más comunes presentadas en la operación de las cuadrillas en terreno a fin de aplicar el que corresponda de acuerdo con la zona a intervenir.

La Figura 26, muestra una ilustración de un PMT (plan de manejo de tráfico), necesario cuando se van a realizar trabajos en las redes de distribución eléctrica y las cuales afectan el tráfico de las vías.

Figura 26. Plan de manejo de tráfico en vía secundaria.



Fuente: Autores.

5.2.2. Solicitud de planos de infraestructura o apoyo a empresas de gas natural.

En casos en los cuales se evidencia que por el sitio a intervenir existe infraestructura de gas natural, se debe solicitar la información de la infraestructura del sector en el cual se realizarán las labores, esto con el objeto de evitar daños a tuberías que puedan generar posibles peligros para los trabajadores y la comunidad en general.

En el caso en que en la ejecución de los trabajos se realice afectación sobre alguna tubería del gas, la cuadrilla encargada deberá asegurar la zona de trabajo y comunicarse de manera inmediata con las líneas de atención disponibles por parte de gas natural para atender este tipo de eventualidades.

5.2.3. Solicitud de planos de infraestructura o apoyo a empresas de Acueducto y alcantarillado.

Para casos en los cuales se requiere la instalación de postería nueva o cambio de la postería existente es necesario solicitar información de la infraestructura del sector en el cual se realizarán las labores, con estos planos se podrá tener una idea más clara sobre posibles puntos de afectación en la ejecución de las actividades. Sin embargo, si se llega a tener afectación sobre infraestructura del acueducto, la cuadrilla encargada deberá asegurar la zona de trabajo y comunicarse de manera inmediata con las líneas de atención disponibles por parte del acueducto para atender este tipo de eventualidades.

La Figura 27, es un ejemplo de un desague en una cámara subterránea por personal del acueducto de la ciudad de Bogotá; con el fin de despejar el área para la realización de trabajos eléctricos.

Figura 27. Apoyo de personal de acueducto en trabajos de instalación de posteria.



Fuente: Autores.

5.2.4. Solicitud de apoyo a empresas operadoras de redes de telecomunicaciones (Telemáticos).

En Bogotá es común que la posteria sobre la cual se encuentran las redes de distribución eléctrica también sirva como soporte para el cableado de fibra óptica y telecomunicaciones, igual sucede con las cámaras subterráneas. Por esta razón, es necesario que cuando se planea la intervención de algún punto aéreo o punto subterráneo que cuente con este tipo de redes, se solicite dentro del plan de trabajo previsto, el acompañamiento de cuadrillas de telemáticos de los operadores en cuestión. Este apoyo podrá ser brindado durante la ejecución de los trabajos, o posterior a la ejecución.

5.2.5. Permisos Ambientales ante Corporación Autónoma Regional (CAR) para intervenir zonas declaradas áreas protegidas.

En casos en los cuales es necesario intervenir zonas que se encuentran declaradas como áreas protegidas, antes de ejecutar los trabajos se deben solicitar ante la Corporación Autónoma Regional (CAR) los permisos que tengan lugar para interferir este tipo de zonas, salvaguardando y realizando el menor impacto posible sobre este tipo de lugares.

5.2.6. Permisos ante el distrito, para intervención de áreas declaradas como patrimonio.

En casos en los cuales es necesario intervenir áreas declaradas como patrimonio, previo a la ejecución de los trabajos se deben solicitar los permisos ante las entidades que correspondan, garantizando el cuidado y la protección de estos lugares.

BIBLIOGRAFÍA

[1] T. Guillen, “Redes de distribución aéreas y subterráneas”, 2013. [Online]. Available: https://www.exposolucionesenenergia.com/blog/Redes_distribucion_aereas_subterraneas_Part1.php?m=?m=

[2] S. Ramírez, “Redes de Distribución de Energía”, tercera edición, Manizales, Universidad Nacional de Colombia, 2004.

[3] EL ESPECTADOR. (2018). Cables eléctricos: ¿normas sin cumplir? [Online]. Available: https://www.elespectador.com/noticias/bogota/cables-electricos-normas-sin-cumplir-articulo-811616

[4] MADERPLAST, “Materiales para redes eléctricas”, 2019. [Online]. Available: https://www.maderplast.com/18-materiales-redes-electricas-postes-crucetas-aisladores-electrificadoras.html

[5] ET 201, ENEL CODENSA, “Postes de concreto, especificaciones técnicas”, Bogotá, 2009.

[6] ENEL CODENSA, “Índice líneas aéreas urbanas”, Bogotá, 2019, [Online]. Available: http://likinormas.micodensa.com/Norma/lineas_aereas_urbanas_distribucion/indice_lineas_aereas_urbanas/indice_lineas_aereas_urbanas.

[7] ENEL CODENSA, “Índice líneas aéreas rurales”, Bogotá, 2019, [Online]. Available: http://likinormas.micodensa.com/Norma/lineas_aereas_rurales_distribucion/indice_lineas_aereas_rurales/indice_lineas_aereas_rurales.

[8] ENEL CODENSA, “Índice centros de transformación para redes aéreas urbanas y rurales”, Bogotá, 2019, [Online]. Available: http://likinormas.micodensa.com/Norma/centros_transformacion_redes_aereas_urbanos_rurales/indice_centros_transformacion_redes_aereas_urbanas/indice_centros_transformacion_redes_aereas_urbanas.

[9] Maderas técnicas inmunizadas S.A.S., “Postes y crucetas de madera inmunizada Bogotá para redes eléctricas”, 2019. [Online]. Available: https://www.maderastecnicasinmunizadas.co/venta/postes-y-crucetas-en-madera-inmunizada-bogota

[10] D. García, “Sistema de distribución de energía eléctrica en el barrio Bosque Popular”, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2014.

[11] ENEL CODENSA, “Conductores aislados para distribución subterránea”, Bogotá, 2019, [Online]. Available: http://likinormas.micodensa.com/Norma/cables_subterraneos/cables/cs_generalidades_3_3_1_conductores_aislados_distribucion_subterranea.

[12] ET240, ENEL CODENSA, “Tapas y marcos para cajas de inspección en redes subterráneas”, Bogotá, 2019.

[13] CREG 108 DE 1997, Comisión de regulación de energía y gas, “Artículo 18: Modalidades de servicio”, Bogotá, 2004.

[14] Diseño de la red, ENEL CODENSA, “Medidores de energía Eléctrica”, Bogotá, 2014.

[15] ENEL CODENSA, “Generalidades 6.2. Circuitos De alumbrado público”, Bogotá, 2015. Norma técnica.

[16] ET211, ENEL CODENSA, “Poste metálico para alumbrado público con canasta”, Bogotá, 2017.

[17] Red Nacional de Protección al Consumidor, “PQR”, Bogotá, 2019, http://www.redconsumidor.gov.co/publicaciones/pqr_pub.

[18] Comisión de regulación de energía y gas, “Resolución CREG 070 de 1998”, Bogotá, artículo 4, 1998.

[19] Comisión de regulación de energía y gas, “Resolución CREG 108 de 1997”, Bogotá, artículo 17, 1997.

[20] Comisión de regulación de energía y gas, “Actualización del código de medida”, Bogotá.

[21] ENEL CODENSA, Departamento de Ingeniería y licencias, “Guía para la presentación de diseños”, Bogotá, 2019.

[22] ENEL CODENSA, Likinormas, “NIVELES DE TENSIÓN DE CONEXIÓN DE CARGAS DE CLIENTES”, Bogotá, 2018.

[23] RETIE, REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, “TRABAJOS EN REDES DESENERGIZADAS” Bogotá 13 Agosto 2013, artículo 18, 2013.

[24] Ministerio de economía, noticias jurídicas, 27 de Diciembre de 2000, 18 de Septiembre de 2019, Contratos de suministro a tarifa y de acceso a las redes. Suspensión del suministro. Equipos de medida.

http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd1955-2000.t6.html#a105

[25] Ministerio de minas y energía, “REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS. TRABAJOS EN TENSIÓN O CON REDES ENERGIZADAS” Bogotá, 2013, artículo 19.

[26] Ministerio de minas y energía, “Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, proyecto modificación RETIE”, 2019. [Online]. Available: https://www.minenergia.gov.co/retie

[27] Ministerio de minas y energía, “Reglamento técnico de instalaciones eléctricas-RETIE”, artículo 10, Bogotá, 2013.

[28] ENEL CODENSA, “Likinormas”, 2019. [Online]. Available: https://likinormas.micodensa.com/Home

[29] Ministerio de minas y energía, “Reglamento técnico de instalaciones eléctricas-RETIE”, artículo 15, Bogotá, 2013.

[30] D. Giraldo, J. Pardo, B. Rodriguez, “Valoraciones de servidumbres en suelo rural suburbano”, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2018.

[31] Congreso de la república de Colombia, “Ley 9 de 1989”, artículo 5, Bogotá, 1989.

[32] Comisión de regulación de energía y gas, “Resolución CREG 072 de 2002”, Bogotá, artículo 7, 2002.

[33] Megger, Megger “Identificación y trazado de cables”, csa.megger.com, 27 de septiembre de 2019, Bogotá.

[34] Comisión de regulación de energía y gas, “Resolución CREG 070 de 1998”, Bogotá, capítulos 5 y 6, 1998.

[35] Superintendencia de servicios públicos, “Diagnostico de la calidad del servicio de energía eléctrica en Colombia 2018”, Bogotá, 2019.

[36] ENEL CODENSA, Especificación técnica, “Anexo No. 2.2. Tabla de clasificación del territorio operaciones técnicas”, Bogotá, 2018

[37] CODENSA S.A. ESP “Generalidades 1.1 Normas de construcción redes aéreas urbanas de distribución” 24 07 2019 [Online] Available: https://likinormas.micodensa.com/Norma/lineas_aereas_urbanas_distribucion/generalidades/lageneralidades_1_1_normas_construcccion_redes_aereas_urbanas. [Ultimo accesso: 2019 10 09]

[38] Iberdrola. (2010). Efectos ambientales de la producción y distribución de energía eléctrica: acciones para su control y corrección.

[39] CODENSA S.A. ESP “Niveles de conexión de cargas de clientes [Online] Available: https://likinormas.micodensa.com/Norma/otros/niveles_tension_conexion_cargas_clientes.

[40] ENEL CODENSA. Departamento de diseño de la red. “Circuitos exclusivos y marcación para circuitos de alumbrado público”, Bogotá, 2011.

[41] Resolución 1348 de 2009. “Reglamento de Salud Ocupacional en los Procesos de Generación, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica en las empresas del sector eléctrico.”, Bogotá, 2009.