



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos

Naturales no Renovables

Carrera de Ingeniería Electromecánica

Análisis de las normativas para el diseño y construcción de redes eléctricas de media y baja tensión de las empresas distribuidoras del Ecuador

Trabajo de Titulación previo a
la obtención del título de
Ingeniero Electromecánico

AUTOR:

Alexis Daniel Remache Campoverde

DIRECTOR:

Dr.C. Jorge Enrique Carrión González, Ph.D.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 08 de marzo de 2023

Dr.. Jorge Enrique Carrión González, Ph.D.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Análisis de las normativas para el diseño y construcción de redes eléctricas de media y baja tensión de las empresas distribuidoras del Ecuador**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Electromecánico**, de la autoría del estudiante **Alexis Daniel Remache Campoverde**, con **cédula de identidad Nro. 1105330227**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Dr. Jorge Enrique Carrión González, Ph.D.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Alexis Daniel Remache Campoverde**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo, adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:  _____

Cédula de identidad: 1105330227

Fecha: 31 de agosto de 2023

Correo electrónico: alexis.remache@unl.edu.ec

Teléfono: 0989617778

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Alexis Daniel Remache Campoverde**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Análisis de las normativas para el diseño y construcción de redes eléctricas de media y baja tensión de las empresas distribuidoras del Ecuador**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero Electromecánico**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los treinta y un días del mes de agosto de dos mil veintitrés.

Firma: _____



Autor: Alexis Daniel Remache Campoverde

Cédula: 1105330227

Dirección: Loja

Correo electrónico: alexis.remache@unl.edu.ec

Teléfono: 0989617778

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Dr.C. Jorge Enrique Carrión González, Ph.D.

Dedicatoria

El presente Trabajo de Titulación se lo dedico principalmente a mi madre Rosa Campoverde quien ha sido el pilar fundamental a lo largo de mi formación académica y personal; a mi abuelita Teresa Guajala y a mi abuelito Rubén Campoverde que en paz descanse por enseñarme valores y virtudes que me han permitido llegar a cumplir una meta más; y a mi hermano Carlos Manuel a pesar de su corta edad me ha exigido y me alentado durante mi proceso de formación académica.

De igual manera quiero dedicar este Trabajo de Titulación a todos mis familiares, amigos y a todas las personas que me supieron apoyar de una u otra forma para poder culminar con éxito la etapa de formación académica profesional.

Alexis Daniel Remache Campoverde

Agradecimiento

Agradezco principalmente a Dios y a la Virgen del Cisne por las infinitas bendiciones que me han permitido cumplir una meta más.

A la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja, especialmente a la carrera de Ingeniería Electromecánica y a toda la planta administrativa y docente que influyeron en mi formación académica profesional.

De manera muy gratificante a mi director de Trabajo de Titulación el Dr. Jorge Enrique Carrión González, por su compromiso y colaboración durante el proceso del Trabajo de Titulación.

Alexis Daniel Remache Campoverde

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras	xii
Índice de anexos.....	xv
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1. Capítulo 1: Sistema eléctrico de distribución de media y baja tensión en el Ecuador	6
4.1.1. Sistemas de distribución	6
4.1.2. Clasificación de los sistemas de distribución.....	6
4.1.3. Sistemas de distribución de energía eléctrica en el Ecuador	8
4.1.4. Cobertura del servicio eléctrico en Ecuador	8
4.1.5. Normas técnicas propuestas por las empresas eléctricas del Ecuador..	11
4.2. Capítulo 2: Parámetros de diseño en sistemas de distribución de media y baja tensión	18
4.2.1. Estructuras normalizadas.....	18
4.2.2. Identificador nemotécnico	18
4.2.3. Parámetros de Diseño	31
4.3. Capítulo 3: Método de análisis	36
4.3.1. Método de escalas gráficas.....	36
4.3.2. Formatos de la escala de calificación gráfica	36
4.3.3. Escala numérica.....	36
4.3.4. Escalas de palabras.....	36
4.3.5. Escalas de comentarios.	37
4.3.6. Escala estándar mixta.....	37
4.3.7. Características de una buena escala de calificación gráfica	37
5. Metodología	38
5.1. Recursos y Materiales.....	38

5.1.1.	Recursos Técnicos.....	38
5.1.2.	Recursos Bibliográficos.....	38
5.2.	Tipo de Investigación	38
5.3.	Métodos	38
5.3.1.	Revisión Bibliográfica.....	39
5.3.2.	Obtención de los manuales de diseño para redes de media y baja tensión 39	
5.3.3.	Asignación de calificación para cada parámetro de diseño.....	39
5.3.4.	Identificación de los parámetros de diseño a comparar	39
5.3.5.	Aplicación del método de Escalas Gráficas.....	39
5.3.6.	Cálculo total de la evaluación de las normativas nacionales.....	39
5.3.7.	Comparación con las normativas internacionales	40
6.	Resultados	41
6.1.	Sistema de distribución de media y baja tensión en el Ecuador.....	41
6.2.	Normativas y guías de diseño vigentes en el Ecuador	41
6.3.	Calificación de los parámetros de diseño en las normativas	44
6.3.1.	Especificación de los estratos	45
6.3.2.	Demanda máxima proyectada	46
6.3.3.	Factor de Coincidencia	47
6.3.4.	Factor de sobrecarga	47
6.3.5.	Porcentaje admisible de caída de tensión, media tensión.....	49
6.3.6.	Porcentaje admisible de caída de tensión, baja tensión.....	50
6.3.7.	Porcentaje admisible de caída de tensión, subterráneas	51
6.3.8.	Capacidad de seccionador de fusible.....	52
6.3.9.	Fórmulas para el cálculo del esfuerzo útil del poste.....	53
6.3.10.	Cálculo del vano y nivel de vano admisible.....	54
6.3.11.	Longitud de acometidas	55
6.3.12.	Dimensiones de cabinas, pozos y zanjas.....	56
6.3.13.	Cálculo de alumbrado público	57
6.3.14.	Caídas de tensión por alumbrado público y esquemas de control	58
6.3.15.	Factor de potencia	58
6.3.16.	Puesta a tierra.....	59
6.3.17.	Formatos de presentación y planos de dimensionamiento.....	61
6.3.18.	Distancia mínima de seguridad entre conductores.....	62
6.3.19.	Resumen de calificaciones.....	62
6.4.	Comparación de normativas internacionales.....	65
6.4.1.	Especificación de los estratos	66
6.4.2.	Demanda máxima proyectada	66

6.4.3.	Factor de Coincidencia	67
6.4.4.	Factor de sobrecarga	67
6.4.5.	Porcentaje admisible de caída de tensión, media tensión	67
6.4.6.	Porcentaje admisible de caída de tensión, baja tensión	68
6.4.7.	Porcentaje admisible de caída de tensión, subterráneas	69
6.4.8.	Capacidad de seccionador de fusible.....	70
6.4.9.	Fórmulas para el cálculo del esfuerzo útil del poste.....	71
6.4.10.	Cálculo del vano y nivel de vano admisible.....	71
6.4.11.	Longitud de acometidas	72
6.4.12.	Dimensiones de cabinas, pozos y zanjas.....	72
6.4.13.	Cálculo de alumbrado público	73
6.4.14.	Caídas de tensión por alumbrado público y esquemas de control	73
6.4.15.	Factor de potencia	74
6.4.16.	Puesta a tierra.....	75
6.4.17.	Formatos de presentación y planos de dimensionamiento.....	76
6.4.18.	Distancia mínima de seguridad entre conductores.....	76
6.4.19.	Resumen de calificaciones.....	77
7.	Discusión	80
8.	Conclusiones	82
9.	Recomendaciones	83
10.	Bibliografía.....	84
11.	Anexos	88
	Anexo 1. Información de los parámetros.....	88
	Anexo 2. Anexo Digital.....	104
	Anexo 3. Certificado de traducción del resumen.....	136

Índice de tablas:

Tabla 1. Transformadores y niveles de voltajes manejados en media tensión.....	8
Tabla 2. Empresas distribuidoras de Energía Eléctrica del Ecuador.	10
Tabla 3. Equivalencia de primer campo.	19
Tabla 4. Equivalencia de segundo campo.....	20
Tabla 5. Identificador nemotécnico para estructuras.....	21
Tabla 6. Identificador nemotécnico para seccionamiento y protección.....	22
Tabla 7. Corriente nominal del fusible unipolar	23
Tabla 8. BIL para seccionador fusible unipolar	23
Tabla 9. Consideraciones para conexión de seccionador fusible unipolar	23
Tabla 10. Consideraciones para conexión de cuchilla o barra unipolar.....	23
Tabla 11. Consideraciones para conexión del separador o para rayo.....	24
Tabla 12. Tipo de control para reconectores e interruptores.....	24
Tabla 13. Identificador nemotécnico para equipos de compensación	24
Tabla 14. Identificador nemotécnico para postes.....	25
Tabla 15. Altura y carga de roturas	25
Tabla 16. Identificador nemotécnico para conductores	26
Tabla 17. Identificador nemotécnico para medidores.....	27
Tabla 18. Identificador nemotécnico para acometidas	28
Tabla 19. Identificador nemotécnico para tensores y anclajes	29
Tabla 20. Identificador nemotécnico para puesta a tierra.....	29
Tabla 21. Identificador nemotécnico para alumbrado público.	30
Tabla 22. Identificador nemotécnico para alumbrado público ornamental.....	30
Tabla 23. Normas y guías de diseño vigentes en el Ecuador.....	41
Tabla 24. Calificación de las guías o normas de diseño vigentes en el Ecuador	44
Tabla 25. Calificación en la presentación de los estratos de la zona de concesión	45
Tabla 26. Calificación de las demandas máximas proyectadas dadas por las normativas.....	46
Tabla 27. Calificación del factor de coincidencia, dadas por las normativas	47
Tabla 28. Calificación del factor de sobrecarga, dadas por las normativas.....	48
Tabla 29. Calificación del porcentaje de caída de tensión (MT), dadas por las normativas.....	49
Tabla 30. Calificación del porcentaje de caída de tensión (BT), dadas por las normativas.....	51
Tabla 31. Calificación del porcentaje de caída de tensiones subterráneas, dadas por las normativas	52
Tabla 32. Comparación del seccionador de fusible, dadas por las normativas	53
Tabla 33. Calificación del cálculo del esfuerzo útil del poste, dadas por las normativas	54
Tabla 34. Calificación de las longitudes de vano, dadas por las normativas.....	55
Tabla 35. Comparación de las longitudes de acometidas, dadas por las normativas .	55
Tabla 36. Comparación de dimensiones de cabinas, pozos y zanjas, dadas por las normativas.....	56
Tabla 37. Calificación del cálculo de alumbrado público, dadas por las normativas ...	57
Tabla 38. Caídas de tensión y esquemas de alumbrado público, dadas por las normativas.....	58
Tabla 39. Factor de potencia.....	59
Tabla 40. Calificación de puesta a tierra, dadas por las normativas.....	60
Tabla 41. Formatos de presentación de anexos y planos, dadas por las normativas..	61
Tabla 42. Distancias de seguridad, dadas por las normativas	62

Tabla 43. Total, del nivel de Calificación de las normativas de las empresas comparadas.....	63
Tabla 44. Calificación en la presentación de los estratos de la zona de concesión	66
Tabla 45. Calificación de las demandas máximas proyectadas dadas por las normativas.....	66
Tabla 46. Calificación del factor de coincidencia, dadas por las normativas	67
Tabla 47. Calificación de los factores de sobrecarga dadas por las normativas	67
Tabla 48. Calificación del porcentaje de caída de tensión (MT), dadas por las normativas.....	68
Tabla 49. Calificación del porcentaje de caída de tensión (BT), dadas por las normativas.....	69
Tabla 50. Calificación del porcentaje de caída de tensiones subterráneas, dadas por las normativas	70
Tabla 51. Calificación del seccionador de fusible, dadas por las normativas	70
Tabla 52. Calificación del cálculo del esfuerzo útil del poste, dadas por las normativas	71
Tabla 53. Calificación de las longitudes de vano, dadas por las normativas.....	71
Tabla 54. Calificación de las longitudes de acometidas, dadas por las normativas	72
Tabla 55. Calificación de dimensiones de cabinas, pozos y zanjas, dadas por las normativas.....	72
Tabla 56. Calificación del cálculo de alumbrado público, dadas por las normativas ...	73
Tabla 57. Caídas de tensión y esquemas de alumbrado público, dadas por las normativas.....	74
Tabla 58. Caídas de tensión y esquemas de alumbrado público, dadas por las normativas.....	75
Tabla 59. Comparación de puesta a tierra, dadas por las normativas.....	75
Tabla 60. Formatos de presentación de anexos y planos, dadas por las normativas..	76
Tabla 61. Distancias de seguridad, dadas por las normativas	77
Tabla 62. Total, del nivel de calificación de las normativas de las empresas comparadas.....	77
Tabla 63. Estratos de las normativas analizadas	88
Tabla 64. Demanda máxima proyectada de las normativas.....	89
Tabla 65. Factor de coincidencia de las normativas.....	90
Tabla 66. Factor de sobrecarga de las empresas eléctricas	91
Tabla 67. Porcentaje de caída de tensión para media tensión.....	92
Tabla 68. Porcentaje de caída de tensión para baja tensión.....	93
Tabla 69. Porcentajes de caídas de tensión para redes subterráneas.....	93
Tabla 70. Capacidad del seccionador de fusible	94
Tabla 71. Cálculo del esfuerzo del poste	95
Tabla 72. Vano requerido.....	96
Tabla 73. Longitud para las acometidas.....	97
Tabla 74. Dimensiones de cabinas, zanjas y pozos.....	98
Tabla 75. Cálculo del alumbrado público	99
Tabla 76. Porcentaje de caída de tensión para el alumbrado público	100
Tabla 77. Factor de potencia.....	101
Tabla 78. Puesta a tierra dadas por las normativas	102
Tabla 79. Formato de anexo, guía de aprobación y formato de aprobación de proyectos eléctricos.....	103
Tabla 80. Distancias mínimas de seguridad.....	103

Índice de figuras

Figura 1. Áreas de prestación del servicio de energía eléctrica.....	9
Figura 2. Estructura de identificador nemotécnico	19
Figura 3. Flujograma del desarrollo de la presente investigación	38
Figura 4. Factores de sobrecarga dadas por las normativas	48
Figura 5. Calificación del porcentaje de caída de tensión, dadas por las normativas .	49
Figura 6. Calificación del porcentaje de caída de tensión (BT), dadas por las normativas.....	50
Figura 7. Seccionador de fusibles.....	52
Figura 8. Factor de potencia	59
Figura 9. Comparación de valor de resistencia máxima dada por las normativas.	60
Figura 10. Calificación total de las normativas de las empresas que concesionan el servicio de energía eléctrica en el Ecuador.	64
Figura 11. Porcentajes de calificación de las normativas de las empresas que concesionan el servicio de energía eléctrica en el Ecuador.	65
Figura 12. Comparación del porcentaje de caída de tensión (MT), dadas por las normativas.....	68
Figura 13. Comparación del porcentaje de caída de tensión (BT), dadas por las normativas.....	69
Figura 14. Comparación del seccionador de fusible, dadas por las normativas.....	70
Figura 15. Comparación del factor de potencia dada por las normativas.	74
Figura 16. Comparación de valor de resistencia máxima dada por las normativas. ...	76
Figura 17. Calificación normativa ecuatoriana con normativas internacionales.	78
Figura 18. Porcentajes de diferencia de una normativa ecuatoriana con normativas internacionales.	79
Figura 19. Estratos de las normativas analizadas.....	104
Figura 20. Dimensiones mínimas para cámaras subterráneas	105
Figura 21. Profundidad mínima para zanjas	105
Figura 22. Distancias excepcionales para franjas de servidumbre.	105
Figura 23. Distancias mínimas de seguridad vertical de conductores adyacentes, pero no adheridos a edificaciones y otras instalaciones.	105
Figura 24. Distancias mínimas de seguridad horizontal de conductores energizados en reposo a edificios, anuncios publicitarios, carteleras, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones excepto puentes.....	105
Figura 25. Distancias mínimas de seguridad de conductores energizados a edificios, anuncios, carteles, chimeneas, antenas de radio y televisión y otras instalaciones, bajo viento.....	106
Figura 26. Distancia horizontal DH y distancia vertical Dv representan la separación del conductor y la edificación.....	106
Figura 27. Categorización del cliente según consumo del estrato.	106
Figura 28. Demanda máxima diversificada.....	106
Figura 29. Demanda máxima diversificada según número de usuarios.....	107
Figura 30. Demanda máxima para elementos de protección y seccionamiento	107
Figura 31. Clase de protección según equipo o material.	107
Figura 32. Protecciones en medio y bajo voltaje en transformador monofásico	107
Figura 33. Protecciones en medio y bajo voltaje en transformador trifásico	108
Figura 34. Profundidad mínima en ductos y zanjas	108
Figura 35. Homologación establecida de dimensiones interiores de acuerdo al tipo de pozo	108

Figura 36. Dimensiones interiores mínimas de las cámaras de las empresas distribuidoras y particulares con celdas o interruptores de MT y tablero de distribución de BT.....	109
Figura 37. Distancias mínimas de seguridad vertical de conductores adyacentes, pero no adheridos a edificaciones y otras instalaciones	109
Figura 38. Distancias mínimas de seguridad horizontal de conductores energizados en reposo a edificios, anuncios publicitarios, carteles, chimeneas, antenas de radio y tv, tanques y otras instalaciones excepto puentes	109
Figura 39. Distancias mínimas de seguridad de conductores energizados a edificios, anuncios, carteles, chimeneas, antenas de radio y televisión y otras instalaciones, bajo viento.....	109
Figura 40. Distancias de seguridad a edificaciones.....	110
Figura 41. Distancias de seguridad de conductores a otras estructuras de soporte.....	110
Figura 42. Distancias de seguridad de verticales de conductores a vías de tránsito, vías férreas y superficiales navegables.....	110
Figura 43. Estratos de consumo característicos	111
Figura 44. Demanda máxima de diseño de acuerdo al número de consumidores y tipo de estrato	111
Figura 45. Demanda máxima de diseño de acuerdo al número de consumidores y tipo de estrato	112
Figura 46. Demanda máxima de diseño de acuerdo al número de consumidores y tipo de estrato	113
Figura 47. Demanda máxima de diseño de acuerdo al número de consumidores y tipo de estrato	114
Figura 48. Demanda máxima de diseño de acuerdo al número de consumidores y tipo de estrato	114
Figura 49. Factor de coincidencia considerando cocinas de inducción de acuerdo al número de usuarios en redes de distribución.....	115
Figura 50. Factor de coincidencia entre dispositivos en sistemas interiores y ediciones.....	115
Figura 51. Selección de fusibles para transformadores trifásicos de distribución	115
Figura 52. Selección de fusibles para transformadores monofásicos de distribución	116
Figura 53. Dimensiones normadas según tipos de pozos.....	116
Figura 54. Pozos vista lateral.....	116
Figura 55. Ducteria en vías.....	117
Figura 56. Dimensiones de cámaras según voltajes.....	117
Figura 57. Parámetros para selección de la clase de iluminación (M)	117
Figura 58. Factores a utilizarse.....	118
Figura 59. Distancias mínimas de seguridad de conductores a edificaciones y otras instalaciones.....	118
Figura 60. Distancias de seguridad de conductores a otras estructuras de soporte (en metros)	118
Figura 61. Distancias mínimas de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo,	119
Figura 62. Estratos de consumo	119
Figura 63. Valores de referencia de la demanda máxima y la carga instalada de un usuario residencial tipo, considerando la utilización de equipos eléctricos para uso general, cocción de alimentos y calentamiento de agua	119
Figura 64. Factor de coincidencia hasta 4 usuarios.....	120
Figura 65. Factor de diversidad para determinación de demanda máxima diversificada	120

Figura 66. Caída máxima de voltaje en la red primaria (S/E Sin cambiador de taps bajo carga)	121
Figura 67. Caída máxima de voltaje en la red primaria (S/E Con cambiador de taps bajo carga)	121
Figura 68. Caída máxima de voltaje en la red secundaria (S/E Sin cambiador de taps bajo carga)	121
Figura 69. Caída máxima de voltaje en la red secundaria (S/E Con cambiador de taps bajo carga)	121
Figura 70. Cómputo de la caída de voltaje en circuitos secundarios kVA-m para 1 % de caída de voltaje en redes subterráneas.	122
Figura 71. Cómputo de la caída de voltaje en circuitos secundarios kVA-m para 1 % de caída de voltaje, voltaje industrial	122
Figura 72. Equipos de protección utilizados en red aérea	123
Figura 73. Longitudes y esfuerzos normales de postes de hormigón	123
Figura 74. Peso aproximado y esfuerzos normales de postes de hormigón	124
Figura 75. Vano requerido según esfuerzo y tipo de cable	125
Figura 76. Dimensiones según tipos de pozos.	125
Figura 77. Dimensiones para pozos de servicio eléctrico.	125
Figura 78. Potencia de luminaria de vapor de sodio en función de tipo de vía.	126
Figura 79. Altura recomendada de conductores aéreos	126
Figura 80. Distancias de seguridad recomendada de conductores aéreos.....	127
Figura 81. Demanda máxima unitaria proyectada, urbanizaciones, lotizaciones y proyectos rurales.....	127
Figura 82. Demanda máxima proyectada	128
Figura 83. Factor (FS) de sobrecarga de transformadores	128
Figura 84. Número de postes requeridos de acuerdo a longitud de vano en MT	129
Figura 85. Normas de dimensionamiento para pozos de revisión	129
Figura 86. Requerimientos de alumbrado para tráfico vial, basados en la luminancia sobre la superficie de la vía.	129
Figura 87. Tensión de servicio en baja BT según tipo de usuario.....	129
Figura 88. Demanda máxima proyectada	130
Figura 89. Coeficiente de simultaneidad.....	130
Figura 90. Límites de Regulación de Tensión.....	130
Figura 91. Pérdidas máximas de potencia y energía en baja tensión	130
Figura 92. Tipos de fusibles.....	131
Figura 93. Postes Metálico de chapa.....	131
Figura 94. Postes de Hormigón pretensado vibrado.	132
Figura 95. Postes de madera.....	132
Figura 96. Requerimientos de alumbrado para tráfico vial, basados en la luminancia sobre la superficie de la vía.	132
Figura 97. Demanda diversificada acumulada por estratos socioeconómicos	133
Figura 98. Regulación máxima permitida.....	133
Figura 99. Fusibles para transformadores de 33 kV	134
Figura 100. Fusibles para transformadores de 13.2 kV	134
Figura 101. Fusibles para transformadores tipo pedestal trifásico a 13.2 kV	134
Figura 102. Vano para diferentes distancias de apoyo de conductores	134
Figura 103. Vanos máximos sin retenidas laterales, para redes rurales.....	135
Figura 104. Profundidades mínimas de enterramiento de redes de distribución.....	135
Figura 105. Distancias verticales de seguridad en los cruzamientos (m).....	135

Índice de anexos

Anexo 1. Información de los parámetros.	88
Anexo 2. Anexo Digital	104
Anexo 3. Certificado de traducción del resumen.....	136

1. Título

Análisis de las normativas para el diseño y construcción de redes eléctricas de media y baja tensión de las empresas distribuidoras del Ecuador.

2. Resumen

A través de diez empresas eléctricas se suministra el servicio de energía eléctrica en el territorio ecuatoriano, las cuales han establecido diversos parámetros para el diseño, presentación y aprobación de proyectos eléctricos; estos se encuentran adaptados y homologados a los requerimientos y condiciones de cada sector. Por lo tanto, la presente investigación denominada “Análisis de las normativas para el diseño y construcción de redes eléctricas de media y baja tensión de las empresas distribuidoras del Ecuador” tiene como objetivo principal analizar las metodologías para el diseño y construcción de redes eléctricas de media y baja tensión, vigentes en el Ecuador.

Este estudio es de tipo bibliográfico y de carácter cualitativo, por lo que se llevó a cabo la recopilación bibliográfica de todas las normativas vigentes en el Ecuador y la de dos empresas internacionales como Colombia y República Dominicana; para el proceso comparativo se hizo uso del método de escalas gráficas, asignando calificaciones entre cada parámetro de diseño. Se identifica que las normas para sistemas de distribución (Parte A) de la Empresa Eléctrica de Quito presenta una mayor calificación con respecto a las demás, de la misma forma las normas técnicas de instalaciones eléctricas de la empresa de energía de Pereira-Colombia, es la que presenta menos calificación a nivel internacional.

Palabras clave: *normativas de diseño, media y baja tensión, redes eléctricas,*

2.1. Abstract

Electricity service is supplied in the Ecuadorian territory through ten electrical companies, which have established various parameters for the design, presentation, and approval of electrical projects; these are adapted and approved to the requirements and conditions of each sector. Therefore, the present research work called "Analysis of the regulations for the design and construction of medium and low voltage electrical networks of the distribution companies of Ecuador" has as its main objective to analyze the methodologies for the design and construction of medium and low voltage electrical networks, in force in Ecuador.

This study is a bibliographic type and qualitative nature, for which the bibliographic compilation of all the regulations in force in Ecuador and of two international companies such as Colombia and the Dominican Republic was carried out; for the comparative process, the graphic scales method was used, assigning ratings between each design parameter. It is identified that the rules for distribution systems (Part A) of the Electric Company of Quito present a higher qualification with respect to the others, in the same way, the technical standards for electrical installations of the energy company of Pereira-Colombia, is the one with the least international qualification.

Keywords: *design regulations, medium and low voltage, electrical networks,*

3. Introducción

Para el año 2018 el 97,05% del territorio ecuatoriano dispone de suministro del servicio de energía eléctrica, a través de diez empresas eléctricas. Las cuales, para asegurar la calidad del servicio de suministro eléctrico, han establecido diversos parámetros para el diseño, presentación y aprobación de proyectos eléctricos; sin embargo, cada una de ellas se encuentra adaptada y homologada a los requerimientos y condiciones de cada sector concesionado. Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo principal el análisis de las metodologías para el diseño y construcción de redes eléctricas de media y baja tensión, vigentes en el Ecuador; para ello se identificó las normativas vigentes en el país para el diseño y construcción de redes eléctricas de media y baja tensión; además se comparó la similitud y diferencia entre las normativas vigentes en el país y se realizó el mismo análisis con las dos normativas vigentes a nivel internacional.

La presente investigación se conforma de una revisión bibliográfica, en el Capítulo 1 se describe el estado actual del sistema de distribución de media y baja tensión en el Ecuador, así como las empresas que concesionan el servicio de suministro eléctrico en todo el territorio nacional. En el Capítulo 2 se describen todos los parámetros para el diseño de sistemas de distribución de media y baja tensión, con las estructuras normalizadas por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ex MEER). En el Capítulo 3 se detalla cómo efectuar el método de escalas gráficas para la evaluación del grado de diferencia que existe entre cada parámetro de cada normativa.

La presente investigación bibliográfica es de carácter cualitativo, debido a la aplicación de métodos comparativos en las diferentes guías y normativas de las empresas eléctricas del Ecuador, las normativas de la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP) y a nivel internacional con la empresa de energía de Pereira-Colombia y la normativa de la superintendencia de electricidad de República Dominicana; para obtener y analizar los aspectos técnicos de diseño e instalación obteniendo así el grado de diferencia entre cada parámetro.

En el Ecuador existen diez empresas que suministran el servicio de energía eléctrica a lo largo del territorio nacional, en donde la CNEL cuenta con diferentes unidades de negocio para cada provincia y de manera general estipula los lineamientos para el diseño, construcción y aprobación de proyectos eléctricos. De todas las empresas eléctricas, cinco de ellas no cuentan con su propia normativa y de la que no se puede obtener información adecuada para esta investigación es de la empresa eléctrica de Galápagos.

De todas las normativas analizadas, la empresa eléctrica de Quito tiene la guía metodológica con mayor calificación con respecto a las demás, por lo tanto, se utilizó como referencia para la comparación con dos normativas internacionales (Colombia y República Dominicana) obteniendo que el porcentaje de diferencia más bajo con respecto a las demás corresponde a las Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas de la empresa de energía de Pereira-Colombia.

Los objetivos propuestos para este trabajo investigativo son:

Objetivo general

- Análisis de las metodologías para el diseño y construcción de redes eléctricas de media y baja tensión, vigentes en el Ecuador.

Objetivos específicos

- Identificar las normativas vigentes en el país para el diseño y construcción de redes eléctricas de media y baja tensión.
- Comparar la similitud y diferencias de las normativas vigentes en el país para el diseño y dimensionamiento de redes eléctricas de media y baja tensión.
- Comparar las normativas vigentes en el país con dos normativas de diseño y dimensionamiento de redes eléctricas de media y baja tensión internacionales para identificar similitudes y diferencias.

4. Marco Teórico

4.1. Capítulo 1: Sistema eléctrico de distribución de media y baja tensión en el Ecuador

4.1.1. *Sistemas de distribución*

La distribución de energía eléctrica es la parte del sistema de suministro eléctrico en la que la energía es llevada desde las subestaciones de alta tensión hasta las subestaciones de distribución o entre dos subestaciones de distribución. En esta parte se producen los porcentajes más grandes de pérdidas de energía en todas sus manifestaciones debido al gran volumen de elementos que lo conforman, y a los bajos niveles de tensión que se manejan (Ramírez Castaño, 2004).

Un sistema de distribución forma parte de los sistemas de potencia, en donde, toda la parte de energía eléctrica que se genera, se distribuye a los usuarios dispersos en los diferentes sectores. El sistema eléctrico de potencia está conformado por las centrales generadoras, líneas de transmisión y sistemas de distribución que operan como un todo, a una misma frecuencia. Considerando que el 80% de inversión en un sistema de potencia corresponde a la generación y distribución, se debe realizar una planificación cuidadosa de ingeniería en el diseño, construcción y operación de alta calidad (Juárez Cervantes, 1995).

Con el objetivo de brindar siempre un mejor servicio a los usuarios en el Ecuador se ha hecho énfasis en la reducción del índice de pérdidas de energía alcanzando en el 2018 un valor del 11,40%; lo que permite a las empresas una mejor gestión y recaudación en los ingresos percibidos, alcanzando una cobertura por el servicio brindado en el año 2018 del 97,05% en todo el territorio ecuatoriano.

4.1.2. *Clasificación de los sistemas de distribución*

4.1.2.1. *Redes de distribución según su tensión nominal.*

De acuerdo a su nivel de tensión nominal las redes de distribución se clasifican en de media tensión o primarias, las cuales transportan la energía eléctrica desde una subestación hasta un centro de transformación de media tensión, perteneciente a una subestación de menor capacidad o una subestación de distribución tipo poste. La otra clasificación son las redes de distribución secundarias o de baja tensión, el cuál transporta la energía eléctrica desde los centros de transformación hasta las acometidas de los usuarios finales (Narvárez López & Prado Linero, 2012).

4.1.2.2. Redes de distribución según su ubicación geográfica.

Dependiendo del sector en donde se preste el servicio de energía eléctrica la red de distribución se clasifica en urbana, la cual se caracteriza por tener un mayor número de usuarios conectados con cargas monofásicas y/o trifásicas, en donde la planificación de los proyectos requieren una mayor coordinación con los otros servicios básicos como agua potable y alcantarillado; además el sector productivo implicado genera una constante corrección del factor de potencia y los trabajos de mantenimiento realizados en las redes de distribución se los debe realizar en su mayoría en caliente, para evitar el corte del suministro eléctrico. Por otro lado, existen las redes de distribución de tipo rural, las cuales alejadas de las ciudades y grandes conglomerados de usuarios, en su mayoría se encuentran realizando actividades dedicadas a la agricultura y ganadería (Narvárez López & Prado Linero, 2012).

4.1.2.3. Redes de distribución según su tipo de construcción.

Su clasificación está determinada por los materiales empleados, las ventajas y desventajas que existen entre los dos:

- Redes de distribución subterránea: Los conductores eléctricos se encuentran ubicados debajo de las calles; ocultos a la vista por medio de tuberías o ductos. Esto produce una mejor armonía con la estética de la ciudad, dado que no está expuesto al vandalismo y no está expuesta a los humanos. Sin embargo, su inversión es mayor, la facilidad para identificar daños o fallas es menor a una red aérea y su riesgo por afectaciones naturales es mucho más alto.
- Redes de distribución aéreas: El conductor va soportado sobre aisladores en crucetas, que a su vez se encuentran ubicados en postes de hormigón, fibra de vidrio o acero. Su costo de implementación es más económico en comparación con el anterior, haciendo que sus materiales sean más accesibles, de fácil mantenimiento y localización de fallas. Sin embargo, su implementación disminuye la estética de las ciudades y presentan menor seguridad, al estar expuestas al vandalismo.

4.1.2.4. Redes de distribución según el tipo de usuario final.

De acuerdo a Ramírez Castaño (2004), por el tipo de usuario para el cual está destinado la energía eléctrica, las redes de distribución tiene diferentes características y se clasifican en:

- Carga Residencial: Está conformado por todas las edificaciones que se caracterizan por ser eminentemente resistivas y su consumo depende de

los hábitos de los consumidores, la postura socioeconómica y la organización de los abonados.

- Carga Comercial: Comprende los centros comerciales, talleres y fábricas que se caracterizan por poseer cargas resistivas con pequeños elementos inductivos y la demanda de energía eléctrica depende de las horas de mayor flujo comercial.
- Carga Industrial: Tiene un alto componente inductivo y capacitivo, producto de la gran cantidad de motores instalados para la producción; en este sector se manejan varios niveles de tensión y su demanda tiende a ser constante.
- Carga de alumbrado público: Su comportamiento es resistivo e intermitente, usado para la seguridad ciudadana ante la ausencia de luz natural (Ramírez Castaño, 2004).

4.1.3. Sistemas de distribución de energía eléctrica en el Ecuador

El aprovechamiento de los recursos energéticos renovables, coloca al Ecuador en una posición privilegiada en el contexto regional, que permite ofertar energía eléctrica a países vecinos a costos competitivos. Para el 2018 las empresas operadoras de distribución operaron un total de 5 252,57 km de líneas, asistidas por 50 subestaciones fijas y 4 subestaciones móviles, los cuales cuentan 153 transformadores instalados en las subestaciones, con una capacidad máxima de 14 902,63 MVA, cuya distribución se muestra en la Tabla 1.

Debido a la expedición de la ley orgánica del servicio público de energía eléctrica las empresas de distribución se han orientado a reforzar, renovar y modernizar la infraestructura.

Tabla 1. Transformadores y niveles de voltajes manejados en media tensión

Relación de transformación (kV)	Trifásico (V)	Monofásico (V)
230 / 138	46	7
230 / 69	17	6
138 / 69	38	35
138 / 34,5		1
138 / 22		1
138 / 13,8		2

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

4.1.4. Cobertura del servicio eléctrico en Ecuador

La prestación del servicio del eléctrico en el país se realiza a través de 10 empresas de distribución y comercialización, mismas que cubren toda el área geográfica

del Ecuador, dividida en áreas de servicio conforme lo expuesto en la Figura 1 (Ministerio De Energía Y Recursos Naturales no Renovables, 2018).



Figura 1. Áreas de prestación del servicio de energía eléctrica

Las áreas de concesiones son diferentes a los límites territoriales de cada provincia y de acuerdo al plan maestro de electricidad, las empresas de distribución y comercialización se encuentran descritas en la Tabla 2, con sus respectivas características.

Tabla 2. Empresas distribuidoras de Energía Eléctrica del Ecuador.

Distribuidoras	Área de concesión (km ²)	Niveles de tensión en Media	Niveles de tensión en Baja		
			Monofásico	Trifásico	
CNEL EP	Unidad Negocio Bolívar	4038.86	13.8	240/120	220/127
	Unidad Negocio El Oro	6731.86	13.8	240/120	220/127
	Unidad Negocio Esmeraldas	15526.49	13.8	240/120	220/127
	Unidad Negocio Los Ríos	10354.14	-	240/120	220/127
	Unidad Negocio Guayas	1382.89	-	240/120	220/127
	Unidad Negocio Los Ríos	4009.97	13.8	240/120	220/127
	Unidad Negocio Manabí	10909.04	13.8	240/120	220/127
	Unidad Negocio Milagro	5025.53	13.8	240/120	220/127
	Unidad Negocio Santa Elena	6487.26	13.8	240/120	220/127
	Unidad Negocio Santo Domingo	12894.11	13.8	240/120	220/127
	Unidad Negocio Sucumbíos	38517.82	13.8	240/120	220/127
EMPRESAS ELÉCTRICAS	Empresa Eléctrica Ambato	41787.3	13.8/7.9	240/120	220/127
	Empresa Eléctrica Azogues	1150.21	22/12.7	240/120	220/127
	Empresa Eléctrica Centro Sur	30273.4	22/12.7	240/120	220/127
	Empresa Eléctrica Cotopaxi	5880.14	-	240/120	220/127
	Empresa Eléctrica Galápagos	8233.11	13.8/7.9	240/120	220/127
	Empresa Eléctrica Norte	11862.1	13.8/7.9	240/120	220/127
	Empresa Eléctrica Quito	13399.1	6.3 22.8/13.2 13.2/7.62	240/120	220/127
	Empresa Eléctrica Riobamba	5964.41	13.8/7.9	240/120	220/127
	Empresa Eléctrica Sur	22787.55	13.8/7.9 22/12.7	240/120	220/127

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

4.1.5. Normas técnicas propuestas por las empresas eléctricas del Ecuador

Una norma técnica son aquellas especificaciones basadas en la ciencia, tecnología y experiencia adquirida a través de los años; mismas que reflejan la aplicación repetitiva o continúa de diferentes actividades, así como las características que deben reunir o respetar las empresas eléctricas. De la misma forma, cabe destacar que algunas empresas cuentan con su propio reglamento técnico para la construcción de sistemas de distribución; sin embargo, la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP) cuenta con una norma técnica general.

4.1.5.1. Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP).

Las normas técnicas se encuentran estructuradas bajo estándares y reglamentos técnicos emitidos por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables (MERNNR), con la finalidad de satisfacer la demanda de energía eléctrica, en las condiciones establecidas en la normativa aplicable al sector eléctrico y suministrar electricidad a los consumidores. La normativa utilizada para el diseño de sistemas de distribución de energía eléctrica se denomina “Manual para la Instalación de la Acometida y Sistema de Medición a los Consumidores de CNEL EP”; el cual tiene por objetivo establecer normas y disposiciones para el diseño y la instalación de acometidas del servicio eléctrico, sistemas de medición, así como para la construcción de módulos de medición individuales, tableros de medidores, cuartos de transformación, montaje de transformadores monofásicos y/o trifásicos, tanto convencionales como pedestal (pad mounted) para inmuebles de los consumidores (Corporación Nacional de Electricidad, 2015).

La concesión del servicio de energía eléctrica clasifica los proyectos en tres tipos:

- Tipo I: ≤ 12 kW.
- Tipo II: ($>12 - \leq 500$) kW.
- Tipo III: > 500 kW.

Dentro de la gestión técnica asignada a la empresa, se encuentra las siguientes responsabilidades para el manejo de distribución de energía eléctrica (Corporación Nacional de Electricidad, 2015):

1. Coordinar y articular con las Unidades de Negocio de CNEL EP los lineamientos del Plan Anual de Inversiones de subtransmisión, subestaciones, distribución y alumbrado público.
2. Coordinar y supervisar con las Unidades de Negocio de CNEL EP la atención a los futuros clientes, cuyos proyectos de electrificación rural sean financiados por el programa FERUM (Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal).

3. Coordinar con las Unidades de Negocio de CNEL EP y preparar el Plan Anual de Mantenimiento y Operación de subtransmisión, subestaciones, distribución y alumbrado público, incluyendo las obras de apoyo a construir o adquirir.
4. Dirigir la elaboración y actualización de las normas para el diseño, construcción, supervisión y recepción de obras de subtransmisión, subestaciones, distribución y alumbrado público.
5. Coordinar con las Unidades de Negocio de CNEL EP la administración y fiscalización para la contratación, supervisión y dirección de obras, a fin de asegurar el cumplimiento de las obligaciones contractuales.
6. Dirigir las actividades para asegurar la operación de las redes eléctricas por medio de los centros de control.
7. Dirigir las actividades para el mantenimiento de las redes eléctricas.
8. Coordinar con las demás entidades y empresas públicas de los gobiernos autónomos descentralizados la provisión del servicio de alumbrado público general.
9. Dirigir los proyectos de ampliación del sistema de alumbrado público general.
10. Dirigir la supervisión de las actividades de construcción de nuevas obras.
11. Disponer acciones a fin de mejorar los índices de calidad del servicio conforme a lo dispuesto por el órgano rector y la CNEL EP.
12. Supervisar los estudios de protecciones y su aplicación en las redes eléctricas.
13. Orientar al personal acerca de las normas establecidas para asegurar la operación y el mantenimiento del sistema eléctrico, de modo que promueva la optimización de los recursos y confiabilidad de los equipos instalados;

4.1.5.2. Empresa Eléctrica de Ambato (EEASA).

Es una institución distribuidora de servicios básicos de energía eléctrica y alumbrado público, que mantiene estándares técnicos, laborales y de servicio al cliente en su área de concesión. El área de cobertura en el país incluye las provincias de Tungurahua, Pastaza, Napo y Morona Santiago. La Empresa cuenta con aproximadamente 299,733 clientes (Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A., 2022). La empresa distribuidora cuenta con cuatro tomos de guías para el diseño eléctrico, las cuales son:

- Guía de Diseño Parte I: Normas y procedimientos para diseño, aprobación, fiscalización y recepción de proyectos. Su propósito es brindar una guía sobre los procedimientos que se deben cumplir para la elaboración, aprobación, construcción, fiscalización y recepción de proyectos.

- Guía de Diseño Parte II: Instalaciones eléctricas de interiores. Tiene la finalidad de que las instalaciones eléctricas de interiores suministren la energía eléctrica en las mejores condiciones técnicas, de continuidad y seguridad; manteniendo la calidad técnica del servicio de redes de medio y bajo voltaje.
- Guía de Diseño Parte III: Redes aéreas. Contiene información básica y recomendaciones para normar y orientar la ejecución del diseño y construcción de las redes aéreas de distribución.
- Guía de Diseño Parte IV: Redes subterráneas. Contiene información y recomendaciones para orientar el diseño y construcción de redes de distribución subterráneas y cámaras de transformación.
- Categorización de Clientes.

4.1.5.3. Empresa Eléctrica de Azogues (EEA).

Es una empresa dedicada a la distribución y comercialización de energía eléctrica, que cumple con sus objetivos institucionales y estrategias, en complemento a la “Metodología de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo” (SENPLADES); la empresa aplica los principios establecidos en el “Cuadro de Mando Integral” (Balanced ScoreCard) establecidos por Robert Kaplan y David Norton. En su portal web, sección de proceso de contrataciones disponen procedimientos para la aprobación de diseños y recepción de obras eléctricas particulares; además el área de servicios de la empresa eléctrica establece los siguientes requisitos y procedimientos para (Empresa Eléctrica de Azogues, 2022):

- Aprobación de diseños eléctricos: El departamento técnico aprueba los diseños a partir de tres medidores en adelante y diseños que contemplen estaciones de transformación; con el cumplimiento obligatorio para la presentación y aprobación del estudio eléctrico,
- Ejecución y recepción de obras eléctricas particulares: El departamento técnico aprobará y autorizará las puestas en operación de las obras particulares que contengan estaciones de transformación, redes eléctricas de medio y bajo voltaje. Ante la fiscalización e informe favorable, se debe establecer la información técnica-económica y el constructor deberá entregar al fiscalizador, previo a energizar la obra; cabe mencionar que la empresa cuenta con formatos en archivos .xls para que el fiscalizador entregue al constructor previo a iniciar la obra.

4.1.5.4. Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR (EEA).

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A., es una compañía de distribución y comercialización de energía, cuyo objetivo principal es brindar el servicio de energía eléctrica a las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago; incrementado la cobertura de los servicios de energía eléctrica y alumbrado público, con acciones de responsabilidad social ambiental empresarial. Cuenta con procesos automatizados para la satisfacción de los clientes e incrementar la eficiencia, confiabilidad y disponibilidad de los sistemas (CENTROSUR, 2022).

La empresa cuenta con diferentes normativas para el diseño de proyectos de acuerdo a las necesidades de los usuarios, tales como:

- I-DICO-91.1 Instructivo para el trámite de aprobación de diseños de instalaciones eléctricas interiores para demandas inferiores a 12 kW y cargas instaladas menores a 20 kVA. – El cual está orientado al diseño y estudio de un sistema eléctrico para cubrir una necesidad particular o pública, que es óptimo desde el punto de vista técnico y económico, que pueden involucrar o no la expansión del sistema de distribución eléctrica de la empresa, respetando los criterios técnicos homologados en el sector eléctrico ecuatoriano, las normas técnicas y procedimientos establecidos por la CENTROSUR y las leyes vigentes. El diseño eléctrico por lo menos debe contener: memoria técnica descriptiva del proyecto, estudio de carga y caída de tensión, planos eléctricos (existente y proyectado), especificaciones técnicas de construcción, presupuesto referencial y lista de materiales, y documentación legal correspondiente.
- Para obtener el Permiso de Construcción, el proyectista deberá solicitar a quien corresponda, adjuntando la siguiente documentación: Formulario de características técnicas predominantes del proyecto, valoración económica de la parte del proyecto que pasará o formará parte de los activos de la empresa, fichas técnicas de transformadores, luminarias y postes utilizados en el proyecto; planos de construcción georreferenciados, copia de las solicitudes de bodega y su transacción de los equipos y materiales.
- De la misma forma existe el “Acompañamiento para el diseño de redes soterradas y consolidación de la normativa nacional asociada”; en donde se describen los términos de referencia para el soterramiento, con sus respectivos anexos áreas parciales (CENTROSUR, 2013).
- Finalmente, la obra se receptorá y quedará a responsabilidad del constructor durante los seis primeros meses, para ello deberán anexar la solicitud firmada por el constructor y propietario del inmueble o representante, con sus copias de

cédulas y certificados de votación, copias del acta de entrega y documentación adicional que corresponda.

4.1.5.5. Empresa Eléctrica Cotopaxi (ELEPCOSA).

Es la empresa encargada de proveer el servicio público de electricidad, para los usuarios en su área de concesión, mediante la aplicación de técnicas y tecnología eficiente con responsabilidad ambiental. Sus objetivos estratégicos estipulan incrementar el nivel de satisfacción, cobertura de la concesión del servicio, uso de fuentes alternativas, eficiencia energética y reducir el impacto ambiental (ELEPCOSA, 2022). Por otro lado, la empresa cuenta con un formato para la presentación de proyectos particulares, en donde se establecen los requerimientos para el área de concesión que le corresponde: Latacunga, Salcedo, Pujilí, Saquisilí, Sigchos, Pangua y La Maná.

4.1.5.6. Empresa Eléctrica de Galápagos (ELECGALAPAGOS S.A.).

La Empresa Eléctrica Provincial Galápagos ELECGALAPAGOS S.A. tiene por objeto generar, transportar, distribuir y comercializar energía eléctrica en la provincia de Galápagos; realizar toda clase de actividades de planificación, construcción, desarrollo, ampliación, explotación, administración, compra, venta, arrendamiento de proyectos, sistemas, instalaciones y plantas para la producción, transporte y distribución de energía eléctrica, así como para la implementación de energías alternativas; compra venta y prestación de servicios tanto de energía eléctrica como de energías alternativas; importación, venta, distribución, arrendamiento, implementación de maquinarias y equipos relacionados con la generación, transporte y distribución de energía eléctrica y energías alternativas (ELECGALAPAGOS, 2022).

4.1.5.7. Empresa Eléctrica Norte (EMELNORTE).

Es una empresa que brindar el servicio público de energía eléctrica y servicio de alumbrado público general, con calidad, responsabilidad social y ambiental a la población del área de cobertura, que comprende los cantones de Pedro Moncayo y Cayambe en la provincia de Pichincha, las provincias de Imbabura y Carchi, el cantón Sucumbíos en la provincia del mismo nombre y los sectores de Alto Tambo y Durango en la provincia de Esmeraldas (EMELNORTE, 2022). Para la presentación, aprobación y fiscalización de proyectos involucrados en la red de distribución de media y baja tensión, se debe acceder a su portal en línea, registrarse en el sistema de gestión de proyectos eléctricos particulares y cumplir con los requerimientos establecidos; tales como, la adquisición del certificado como ingenieros proyectistas y constructores, formularios para la solicitud y aprobación de proyectos, descripción del proyecto,

estudios de la demanda, sistemas, acometidas, estructura, especificaciones de equipo y anexos.

4.1.5.8. Empresa Eléctrica de Quito.

Es la empresa pública municipal encargada de brindar el servicio público de energía eléctrica y servicio de alumbrado público, de manera sostenible y responsable con la sociedad y el ambiente. Cuenta con las certificaciones de los sistemas de gestión ISO 9001, ISO 37001 e ISO 45001. Su área de concesión se encuentra en los cantones Quito, Mejía, Rumiñahui, San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y parte de los cantones de Cayambe y Puerto Quito en la provincia de Pichincha, en la provincia de Napo comprende el cantón Quijos y parte del cantón El Chaco, en la provincia de Imbabura parte del cantón Cotacachi, y en la provincia de Cotopaxi parte de las parroquias San Juan de Pastocalle y Mulaló (EMPRESA ELÉCTRICA QUITO, 2022). La Empresa Eléctrica de Quito cuenta con tres guías para sistemas de distribución, las regula en forma estándar los sistemas de distribución, en las fases de diseño y construcción en el área de servicio, además, orienta en el cumplimiento de los requisitos previos y concurrentes de la gestión administrativa y técnica de las diferentes etapas de realización de los proyectos, las tres partes de estas normativas se detallan a continuación:

- PARTE A: Guía para diseño de redes para distribución.
- PARTE B: Unidades de propiedad y de construcción.
- PARTE C: Especificaciones técnicas de equipos y materiales.

4.1.5.9. Empresa Eléctrica Riobamba (EERSA).

Es la empresa pública encargada del suministro del servicio eléctrico en el área de concesión con efectividad, transparencia y responsabilidad ambiental contribuyendo al desarrollo económico. Su área de concesión corresponde a la provincia de Chimborazo con sus diez cantones que son: Riobamba, Guano, Penipe, Chambo, Colta, Guamote, Alausí, Chunchi, Pallatanga y Cumandá. De la presente empresa no se obtuvo información de una normativa para el diseño de proyectos enfocado en redes de distribución de media y baja tensión; sin embargo, el departamento de calidad de la empresa, velará por el control, revisión y fiscalización de todo proyecto realizado que involucre la concesión del servicio de energía eléctrica y de alumbrado público (EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA, 2022).

4.1.5.10. Empresa Eléctrica Regional del Sur (EERSSA).

Es la empresa pública encargada de prestar el servicio público de energía eléctrica al consumidor final, a través de las actividades de generación, distribución y

comercialización; garantizando que el servicio cumpla con los principios constitucionales de eficiencia, continuidad, calidad y accesibilidad. Su zona de concesión involucra las provincias de Loja, Zamora Chinchipe y parte de Morona Santiago. Actualmente, para el desarrollo de proyectos de distribución de energía eléctrica cuenta con las “Normas técnicas para el diseño de redes de eléctricas urbanas y rurales”, la cual enmarca a todos los diseños eléctricos clasificados como distribución, esto es para los proyectos eléctricos de media y baja tensión, y serán de aplicación obligatoria en toda el área de concesión de la EERSSA (Empresa Eléctrica Regional del Sur S. A., 2012), para sus dos niveles de tensión:

- Media tensión: La cuál para la Zona de Loja opera a una tensión de 13,8/7.97 kV y para la zona oriental corresponde a 22/12,7 kV.
- Baja tensión: Puede ser monofásico (240/120 V), trifásico (220/127 V) u otras tensiones solicitadas para sistemas eléctricos industriales o comerciales.

4.1.5.11. Superintendencia de Electricidad (República Dominicana).

La Superintendencia de Electricidad (SIE) es el organismo que regula el sector eléctrico en República Dominicana. Su función es fiscalizar y supervisar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normas técnicas que rigen las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad. También es responsable de establecer las tarifas y peajes sujetos a regulación de precios. La SIE fue creada por la Ley General de Electricidad No. 125-01 en el año 2001, como una institución descentralizada del estado dominicano con personalidad jurídica de derecho público y patrimonio propio. La visión de la SIE es ser un ente independiente que garantice la adaptabilidad de las normativas a los avances tecnológicos, la competitividad y la sostenibilidad del sector eléctrico dominicano. Su misión es regular con transparencia e independencia el sector eléctrico dominicano, garantizando el cumplimiento de la normativa vigente, el balance en el sector y la protección de los derechos de sus agentes con estándares de excelencia. Los valores de la SIE son la independencia, la transparencia, el compromiso y la eficiencia. (Superintendencia de Eléctricidad, 2023)

4.1.5.12. Empresa de Energía de Pereira S.A. ESP (Colombia).

La Empresa de Energía de Pereira S.A. ESP es una de las empresas de Colombia de servicios públicos domiciliarios mixtos, dedicada a las actividades de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica. Con cerca de 1.500.000 usuarios, tiene presencia en los departamentos de Risaralda, Quindío, Valle del Cauca, Caldas, Cundinamarca y Nariño. Además, cuenta con más de 20 años de experiencia

en el sector eléctrico y se ha consolidado como una de las comercializadoras de energía eléctrica con mayor reconocimiento en su país. (Empresa de Energía de Pereira, 2023)

La empresa también ha puesto en marcha diferentes proyectos de energía solar que van sumando a la generación limpia en la región. Ya han instalado cerca de 22.000 paneles solares distribuidos en diferentes instituciones reconocidas en Pereira como el Aeropuerto Internacional Matecaña, la Universidad Tecnológica de Pereira, Bioparque Ukumarí. En Cartago tienen dos sistemas solares en las ladrilleras Mariscal Robledo y Arcillas LTDA. Además, tienen la Granja Solar más grande de Colombia sobre ladera de montaña y la única del Eje Cafetero. Cuenta con 15.600 paneles solares y una capacidad instalada de 6.2 MWp, con la que se generarán cerca de 10 GWh año. (Empresa de Energía de Pereira, 2023)

4.2. Capítulo 2: Parámetros de diseño en sistemas de distribución de media y baja tensión

4.2.1. Estructuras normalizadas

El Ministerio de Energía y Minas (ex MEER), en conjunto con las empresas eléctricas de distribución ha trabajado en la homologación de especificaciones técnicas, unidades de propiedad, unidades constructivas, simbología, entre otros, para su aplicación por parte de las empresas distribuidoras en los procesos que desarrollan cotidianamente.

4.2.2. Identificador nemotécnico

Se expone la metodología para establecer el identificador nemotécnico de las unidades de construcción, que están inmersas en las unidades de prioridad homologadas para redes de distribución subterráneas de energía eléctrica.

Designa las unidades de construcción que se utilizan en diversas empresas eléctricas del país que sirven para realizar los inventarios actuales.

Establece el significado de cada identificador, es decir, el nombre correspondiente, y designar los materiales, componentes de esta unidad homologada y el gráfico correspondiente.

Unidades de construcción (UP). Cumple un sistema específico en los sistemas de distribución de energía eléctrica que abarca las diferentes unidades de construcción. Permite ordenar sistemas de datos de bienes e instalaciones de servicio.

Unidad de construcción (UC). Es el conjunto de materiales dispuestos de una forma preestablecida que componen una unidad de manejo

4.2.2.1. Estructura del identificador nemotécnico.

El identificador nemotécnico se encuentra estructurado por cinco campos, los dos primeros identifican a las unidades de propiedad separados por un guión de los tres siguientes campos que definen a las unidades de construcción, estos campos serán alfabéticos y/o numéricos y/o signos, en la Figura 2 se representa la estructura del identificador.

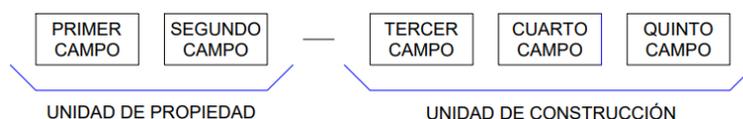


Figura 2. Estructura de identificador nemotécnico

4.2.2.2. Unidades de propiedad.

De acuerdo a la homologación de las unidades de propiedad y construcción, las unidades de propiedad se definen como el conjunto de bienes diferentes entre sí y asociados, con la finalidad de cumplir una función específica en los sistemas de distribución de energía eléctrica.

Según la estructura del identificador nemotécnico, las unidades de propiedad se encuentran conformadas por dos campos:

- Primer campo

Definido por 2 caracteres alfabéticos y en mayúsculas, denominado grupo, y define la unidad de propiedad, en la Tabla 3, se presentan las principales equivalencias del primer campo.

Tabla 3. Equivalencia de primer campo.

CARACTERES	EQUIVALENCIAS
ES	Estructuras en redes aéreas de distribución
TR	Transformadores en redes de distribución
SP	Seccionamiento y Protección en redes aéreas de distribución
EC	Equipos de compensación en redes aéreas de distribución
PO	Postes en redes de distribución
CO	Conductores en redes de distribución
ME	Medidores en redes de distribución
AC	Acometidas en redes de distribución
TA	Tensores y anclajes en redes de distribución
PT	Puesta a tierra en redes de distribución
AP	Alumbrado Público vial en redes de distribución
OA	Alumbrado Público Ornamental

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

- Segundo campo

Conformado por un carácter alfabético en mayúscula, y se denomina como nivel de voltaje. En la Tabla 4, se describen las principales equivalencias para el segundo campo.

Tabla 4. Equivalencia de segundo campo

CARÁCTER	EQUIVALENCIA
C	120 V -121 V - 127 V (Cien)
E	0 V (cero)
D	240/120 V - 220/127 V (Doscientos)
U	440/256 V – 480/227 V (Cuatrocientos)
S	6.3 kV (Seis mil)
T	13.8 kV GRDy / 7.96 kV – 13.2 kV GRDy/7.62 kV (Trece mil).
V	22 kV GRDy/12.7 kV – 22.8 kV GRDy/13.2 kV (Veinte mil).
R	34.5 kV GRDy/19.92 kV (Treinta).
O	No aplica

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

4.2.2.3. Unidades de construcción.

De acuerdo a las homologaciones de las unidades de propiedades de construcción, se definen como el conjunto de materiales dispuestos de una forma preestablecida que componen una unidad de montaje, facilitando el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de distribución, está representada de manera gráfica, y un listado de materiales, equipos y sus respectivas cantidades.

- Tercer campo

Está conformado por un carácter tipo numérico, denominado “Número de fases o vías. O fases e hilos”, y su denominación depende de la unidad de propiedad, para los campos no aplica características establecidas y se emplea el carácter “0” y completar el código.

- Cuarto campo

Está conformado por un carácter alfabético en mayúsculas, cuya denominación es “Disposición o Tipo”.

- Quinto campo

Se conforma con hasta diez caracteres alfabéticos en mayúsculas, numéricos y/o signos, cuya denominación es “Función o Especificación”, además indica las

principales características técnicas de los elementos y/o sus funciones (MERNNR, 2011).

4.2.2.4. Identificador nemotécnico de las unidades de propiedad, por grupo.

De acuerdo a las unidades de propiedad de construcción, existen varios grupos definidos de componentes de los sistemas de distribución de energía eléctrica, mismos que serán reemplazados por símbolos de acuerdo a las normativas establecidas, además el identificador del tercero, cuarto y quinto campo dependerá de cada uno de los grupos establecidos.

4.2.2.5. Identificador nemotécnico para estructuras en redes aéreas de distribución.

En la Tabla 5, se describe la identificación técnica para el grupo que corresponde a estructuras en sistemas aéreos de distribución.

Tabla 5. Identificador nemotécnico para estructuras

Primer campo	ES	
Segundo campo	Nivel de voltaje (ver Tabla 4)	
	Número de fases o vías.	
	Medio voltaje (Número de fases.)	Bajo voltaje (Número de vías.)
Tercer campo	1	1
	2	2
	3	3
	-----	4
	-----	5
	Disposición	
Cuarto campo	C	Centrada.
	S	Semi - centrada.
	V	En Voladizo.
	L	Línea poste.
	H	H en dos postes.
	T	Tres postes.
	N	Neutro alineado a cruceta.
	B	Bandera.
	P	Pre - ensamblado.
	E	Vertical.
O	Vertical en voladizo	
	Función	
Quinto campo	Redes de medio voltaje	
	P	Pasante.
	A	Angular.
	R	Retención o terminal.
	D	Doble retención.
	Red de bajo voltaje	
P	Pasante, tangente o angular.	

R	Retención o terminal.
D	Doble retención o doble terminal.
Red de bajo voltaje con cable pre - ensamblado	
3	Con tres conductores.
4	Con cuatro conductores.
5	Con cinco conductores.

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

4.2.2.6. Identificador nemotécnico para seccionamiento y protección de redes aéreas de distribución.

En la Tabla 6, se presenta la identificación técnica de los equipos de seccionamiento y protección que se utilizan de los sistemas aéreos de distribución.

Tabla 6. Identificador nemotécnico para seccionamiento y protección

Primer campo	SP	
Segundo campo	Nivel de voltaje de operación del sistema de distribución.	
Tercer campo	Número de fases	
	1	Una fase (Monofásico).
	2	Dos fases.
	3	Tres fases (trifásico).
Cuarto campo	Tipo.	
	S	Seccionador fusible unipolar tipo abierto.
	E	Seccionador fusible unipolar tipo abierto con dispositivo rompearco.
	C	Seccionador de cuchilla o de barra unipolar.
	O	Seccionador de cuchilla o de barra unipolar con dispositivo rompearco.
	A	Seccionador tripolar para operación con carga u operador en grupo.
	N	Seccionador tripolar para operación con carga u operado en grupo con dispositivo rompearco.
	D	Seccionador fusible unipolar cerrado.
	G	Seccionamiento con grapa de derivación en caliente.
	U	Seccionamiento con conector para red desnuda.
	L	Seccionamiento con conector para red aislada.
	F	Seccionamiento con fusibles.
	P	Descargador o pararrayos.
I	Interruptor de apertura con carga.	
R	Reconector	
Quinto campo	Especificaciones técnicas (De acuerdo al tipo de seccionamiento o protección).	

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

Especificaciones técnicas para el grupo de seccionamiento y protección en redes aéreas de distribución:

- Seccionador de fusible unipolar tipo abierto con o sin dispositivo rompearco, cuya capacidad de corriente nominal está definida por caracteres numéricos, con las equivalencias descritas en la Tabla 7.

Tabla 7. Corriente nominal del fusible unipolar

100	100A
200	200A

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

Tienen un nivel de aislamiento (BIL), se define por caracteres numéricos y sus equivalencias se describen en la Tabla 8.

Tabla 8. BIL para seccionador fusible unipolar

75	75 kV
95	95 kV
125	125 kV
150	125 kV

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

El seccionador está definido de acuerdo a las condiciones siguientes:

Tabla 9. Consideraciones para conexión de seccionador fusible unipolar

R	Conexión de entrada y salida a la red de distribución
E	Conexión de entrada a la red de distribución y salida a equipo montado en un poste (Transformador, reconectador, etc.)
Q	Conexión de entrada a la red de distribución y salida a equipos montados en dos postes (Transformador, reconectador, etc.)

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

- Seccionador de cuchilla o barra unipolar con o sin dispositivo, cuyas capacidades del seccionador son: 1100, 200, 300, 600 (A), mientras que la conexión del seccionador se define de acuerdo a las consideraciones que se especifican en la Tabla 10.

Tabla 10. Consideraciones para conexión de cuchilla o barra unipolar

R	Conexión entrada a la red de distribución
E	Conexión de entrada a la red de distribución y salida a equipo montado en un poste

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

- Descargadores o pararrayos definidos en un voltaje máximo de servicio continuo de 6, 10 y 18 kV, y un nivel básico de aislamiento (BIL) de 75, 95, 125 y 150 kV, separados por un guión bajo. Para la conexión del separador o pararrayo se define de acuerdo a las condiciones que se detallan en la Tabla 11.

Tabla 11. Consideraciones para conexión del separador o para rayo

R	Para protección de red de distribución
E	Para protección de equipos

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

- Los reconectores e interruptores se definen de acuerdo a la base de su medio para extensión del arco, con una capacidad nominal de 100, 200, 300, 400 y 600 (A) y un nivel básico de aislamiento (BIL) de 75, 95, 125 y 150 kV, y se define de acuerdo a las condiciones que se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Tipo de control para reconectores e interruptores

V	Vacío, control hidráulico
A	Vacío, control electrónico
S	SF6, control hidráulico
F	SF6, control electrónico

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

4.2.2.7. Identificador nemotécnico para equipos de compensación en redes de distribución.

Para los equipos de compensación a utilizar en los sistemas aéreos de distribución, en la Tabla 13, se describe la identificación técnica a emplear.

Tabla 13. Identificador nemotécnico para equipos de compensación

Primer campo	EC	
Segundo campo	Nivel de voltaje	
	Número de fases.	
Tercer campo	1	Una fase (Monofásico).
	2	Dos fases.
	3	Tres fases (trifásico).
	Tipo	
Cuarto campo	C	Capacitor fijo
	A	Capacitor automático.
	R	Regulador de voltaje de bobina fija.
	E	Regulador de voltaje de bobina múltiple.
	Especificaciones técnicas	
Quinto campo	Para capacitores se definirá por la potencia reactiva: 50, 100, 200 y 300 [kVAR].	
	Para reguladores se definirá tipo de control y potencia activa.	
	M	Control manual.
	E	Control electrónico.

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

4.2.2.8. Identificador nemotécnico para postes en redes de distribución.

En la

Tabla 14, se describe la identificación técnica de los diferentes tipos de postes que se los utiliza en los distintos sistemas de distribución aéreos. En la Tabla 15, se describen las alturas recomendadas y cargas de rotura que debe cumplir cada poste.

Tabla 14. Identificador nemotécnico para postes

Primer campo	PO
Segundo campo	No aplica
Tercer campo	No aplica
	Tipo
	H Hormigón armado.
Cuarto campo	P Plástico reforzado con fibra de vidrio.
	M Madera.
	E Metálico.
	Especificación técnica
	Forma geométrica, altura y carga de rotura horizontal.
	Tipo
Quinto campo	C Circular
	R Rectangular
	H Forma H
	T Torre
	O Ornamental

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

Tabla 15. Altura y carga de roturas

Altura [m]	Carga de rotura [kg]
9	350
10	400
11	475
12	500
13	600
14	675
15	2000

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

4.2.2.9. Identificador nemotécnico para postes en redes de distribución.

El uso de conductores es indispensable en los sistemas de distribución; en la Tabla 16, se describe la identificación técnica utilizada en los diferentes tipos de conductores estandarizados.

Tabla 16. Identificador nemotécnico para conductores

Primer campo	CO		
Segundo campo	No aplica		
Tercer campo	No aplica		
	TIPO		
	Tipo	Equivalencia	
	ASC o AAC	A	
	ACSR	B	
	AAAC 5005	C	
	AAC 6201	D	
	CU Desnudo	G	
	TW Aluminio	I	
	MULTIPLEX Aluminio	J	
	MULTICONDUCTOR	N	
	TW Cobre	O	
Cuarto campo	TTU Cobre	P	
	THHN Cobre	Q	
	PREENSAMBLADO PORTANTE AAAC	T	
	PREENSAMBLADO PORTANTE ACSR	U	
	CONDUCTOR AISLADO DE MEDIO VOLTAJE Cobre, clase 15 kV	V	
	CONDUCTOR AISLADO DE MEDIO VOLTAJE Cobre, clase 25 kV	Y	
	CONDUCTOR AISLADO DE MEDIO VOLTAJE Aluminio, clase 15 kV	Z	
	CONDUCTOR AISLADO DE MEDIO VOLTAJE Aluminio, clase 25 kV	E	
	CONCÉNTRICO Aluminio	X	
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		
	Calibres		
	AWG	MCM	mm²
Quinto campo	8	1/0	250
	6	2/0	266.8
	4	3/0	300
	2	4/0	366.4

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

La especificación técnica del quinto campo, de la selección de conductores desnudos están definidos en calibres normalizados AWG, o MCM, mientras que para los conductores preensamblados la selección se encuentra en mm².

4.2.2.10. Identificador nemotécnico para medidores en redes de distribución.

En la Tabla 17, se presenta la descripción de la identificación técnica para el uso de medidores que se instalan a los usuarios que requieren el suministro de energía eléctrica.

Tabla 17. Identificador nemotécnico para medidores

Primer campo	ME		
Segundo campo	Nivel de voltaje		
Tercer campo	Número de fases.		
	1	Una fase.	
	2	Dos fases.	
	3	Tres fases.	
Cuarto campo	Tipo		
	H	Híbridos (energía activa).	
	1 fase 2 hilos, 1 fase 3 hilos, 2 fases 3 hilos, 3 fases 4 hilos.		
	E	Electrónicos (energía activa).	
	1 fase 2 hilos, 1 fase 3 hilos, 2 fases 3 hilos, 3 fases 4 hilos.		
	L	Electromecánicos (energía activa).	
	1 fase 2 hilos, 1 fase 3 hilos, 2 fases 3 hilos, 3 fases 4 hilos.		
	P	Prepagos electrónicos (energía activa).	
	1 fase 2 hilos, 1 fase 3 hilos, 2 fases 3 hilos, 3 fases 4 hilos.		
	D	Electrónicos (energía activa y demanda).	
	1 fase 2 hilos, 1 fase 3 hilos, 2 fases 3 hilos.		
	R	Electrónicos (energía activa, energía reactiva, demanda y multitarifa).	
	1 fase 3 hilos, 2 fases 3 hilos, 3 fases 4 hilos.		
Quinto campo	Especificaciones técnicas		
	Capacidad máxima (A)	Denominación normalizada (forma)	Equivalencia
	100	1 A	100_1 A
	100	2 A	100_2 A
	100	12 A	100_12 A
	100	16 A	100_16 A
	20	10 A	20_10 A
	100	1 S	100_1S
	100	2 S	100_2 S
	200	2 S	200_2 S
	200	12 S	200_12 S
	200	16 S	200_16 S
	20	3 S	20_3 S
	20	4 S	20_4 S
	20	5 S	20_5 S
	20	6 S	20_6 S
	20	9 S	20_9 S

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

4.2.2.11. Identificador nemotécnico para acometidas en redes de distribución.

La última etapa del proceso de distribución se emplea el uso de acometidas para los diferentes tipos de receptores. En la Tabla 18 se describe la identificación técnica a emplear en las diferentes acometidas.

Tabla 18. Identificador nemotécnico para acometidas

Primer campo	AC	
Segundo campo	No aplica	
Tercer campo	No aplica	
	TIPO	
	Tipo	Equivalencias
	TW Aluminio	I
	MULTIPLEX Aluminio	J
	MULTICONDUCTOR Cobre	N
	TW Cobre	O
	TTU Cobre	P
	THHN Cobre	Q
Cuarto campo	CONCÉNTRICO Cobre	W
	CONCÉNTRICO Aluminio	X
	Conductor aislado de media tensión Cobre, clase 15 kV	V
	Conductor aislado de media tensión Cobre, clase 25 kV	Y
	Conductor aislado de media tensión Aluminio, clase 15 kV	Z
	Conductor aislado de media tensión Aluminio, clase 25 kV	E
	Especificaciones técnicas	
	Denominación normalizada	Equivalencia
	2 x 8 AWG	2 x 8
	3 x 8 AWG	3 x 8
Quinto campo	4 x 4 AWG	4 x 4
	2 x 6 + 1x8 AWG	2 x 6 (8)
	2 x 4 +1x6 AWG	2 x 4 (6)
	2 x 6 mm ²	2 x 6
	2 x 10 mm ²	2 x 10

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018).

4.2.2.12. Identificador nemotécnico para tensores y anclajes en redes de distribución.

Al momento de realizar la construcción de los diferentes tipos de estructuras estandarizadas, es importante el uso de tensores y anclajes para su correcta construcción. En la Tabla 19, se resume la identificación técnica estandarizada a emplear en las diferentes estructuras.

Tabla 19. Identificador nemotécnico para tensores y anclajes

Primer campo	TA
Segundo campo	Nivel de voltaje
Tercer campo	No aplica
	TIPO
	Tipo
	Equivalencias
	A Tensor en A o con poste en apoyo.
	E Tensor de empuje (tornapunta).
Cuarto campo	F Tensor farol.
	P Tensor poste a poste.
	S Tensor poste a poste en V.
	T Tensor a tierra.
	V Tensor en V a tierra.
	Especificaciones técnicas.
Quinto campo	S Simple: un cable ligado a un anclaje para tensar y regular una red de medio o bajo voltaje.
	D Doble: dos cables ligados a un anclaje para tensar y regular una red de medio y bajo voltaje.

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

4.2.2.13. Identificador nemotécnico para puesta a tierra en redes de distribución.

De la misma manera, los sistemas de puesta a tierra cuentan con su respectivo identificador técnico para la aplicación que cumple este sistema, el cual se describe en la Tabla 20.

Tabla 20. Identificador nemotécnico para puesta a tierra.

Primer campo	PT
Segundo campo	No aplica
Tercer campo	No aplica
Cuarto campo	Tipo de red
	A En acometida
	D En red desnuda
	P En red preensamblada
	Especificaciones técnicas (material del conductor)
Quinto campo	C Conductor de cobre
	A Cable alumoweld de 7 hilos

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

4.2.2.14. Identificador nemotécnico para alumbrado público en redes de distribución.

En la Tabla 21, se describe la identificación técnica para el alumbrado público vial.

Tabla 21. Identificador nemotécnico para alumbrado público.

Primer campo	AP	
Segundo campo	Nivel de voltaje	
Tercer campo	No aplica	
Cuarto campo	Tipo	
	P	En poste con red aérea desnuda.
	O	En poste con red aérea preensamblada.
	S	En poste con red subterránea.
	F	En fachada con red aérea preensamblada.
	A	En fachada con red subterránea.
Quinto campo	Especificaciones técnicas (material del conductor)	
	L	Luminaria.
	P	Proyector.
	C	Caja de elementos de control.

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

4.2.2.15. Identificador nemotécnico para alumbrado público ornamental.

En la Tabla 22, se muestran las características técnicas para un alumbrado ornamental.

Tabla 22. Identificador nemotécnico para alumbrado público ornamental

Primer campo	AO	
Segundo campo	Nivel de voltaje	
Tercer campo	No aplica	
Cuarto campo	Tipo	
	P	En poste.
	I	En piso.
	F	En fachada.
Quinto campo	Especificaciones técnicas (material del conductor)	
	L	Luminaria.
	P	Proyector.
	C	Caja de elementos de control.

Fuente: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2018)

4.2.2.16. Demanda en transformadores de distribución.

Es la cantidad de potencia que un consumidor utiliza en cualquier momento (variable en el tiempo) (Ramírez Castaño, 2004).

En la demanda es indispensable indicar el intervalo de energía requerida ya que sin él no tendría sentido práctico. La demanda se puede expresar en kVA, kW y kVAR.

4.2.3. Parámetros de Diseño

4.2.3.1. Especificación de los estratos.

Existen diversas teorías que plantean un modelo de clasificación de los grupos sociales como la marxiana, weberiana y funcionalista; en donde se presenta un abordaje a la estratificación de los sectores con su propia identificación y descripción. Los enfoques de la clasificación de los grupos sociales abarcan conceptos como la clase social, ocupación, estatus, estilo de vida, región, zona de población; entre otros. El sistema social siempre estará en constante estructuración en donde es imposible discernir un conjunto de normas constantes para que el sistema se mantenga estático o estructural. Por lo tanto, dependiendo de la entidad que focaliza sus recursos o servicios a determinado sector, establecerá sus lineamientos que clasificará un usuario, haciendo fácil su reconocimiento a través de una o varias características principales (Casadesús, 2014).

4.2.3.2. Demanda máxima proyectada.

Es el máximo valor de consumo de energía eléctrica que existe en un intervalo de tiempo previamente establecido, a través de este parámetro se puede conocer la máxima caída de tensión en un sistema de distribución de energía eléctrica. Dependiendo de las necesidades del usuario, se han planteado diversas técnicas para identificar este parámetro, de la misma forma este parámetro se verá influenciado por otros factores como el factor de demanda, factor de coincidencia o el factor de diversidad (Ramírez Castaño, 2004).

4.2.3.3. Factor de coincidencia.

Todos los transformadores tienen un factor de coincidencia de acuerdo al número de clientes que se encuentran conectados al mismo, y uno de los principales problemas para el dimensionamiento de transformadores es este factor (Ávila & Solís, s. f.). Al calcular las caídas de tensión en las redes se considera que las cargas de los usuarios no estarán conectadas de forma simultánea, por lo que se debe hacer uso de un coeficiente de simultaneidad en función del número de usuarios suministrados. Cabe destacar que en algunos casos se aplica el concepto del factor de diversidad para este mismo objetivo, debido a que este factor se obtiene a través del inverso del factor de coincidencia (Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución, 2015).

4.2.3.4. Factor de sobrecarga.

Un transformador se caracteriza por su potencia asignada, producto de su tensión e intensidad nominal, valores indicados en la placa. Sin embargo, se dice que

un transformador está en sobrecarga cuando a este se lo somete a un valor de corriente superior a la nominal; haciendo que durante un lapso de tiempo se sobrepase las temperaturas indicadas en la norma IEC 60076-2 (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2017). Sin embargo, al darse el caso en que la temperatura del transformador sobrepase el límite expuesto por la norma, a pesar de que la corriente se encuentre por debajo de la nominal, también se considera sobrecarga. Por lo tanto, se proyecta un factor que estipule este límite de sobrecarga, bajando la capacidad en un tanto por ciento y provocando de esta manera que la carga no supere la capacidad del transformador (Qianquian, 2016).

4.2.3.5. Caída de tensión.

La caída de tensión es un efecto provocado por la pérdida de potencial a lo largo del recorrido del conductor, producto de la resistencia que este presenta; esto desencadena en que los voltios que tenemos al final del conductor sean menores que los que existían inicialmente, aumentando el consumo y dificultando en casos extremos el funcionamiento de los receptores. La caída de tensión en una instalación eléctrica corresponde a la diferencia de voltaje entre la alimentación y el punto de conexión de la carga; este factor depende de la longitud del alimentador, de la sección del conductor y de la corriente que circula desde la fuente hacia la carga. Sin embargo, producto de los extensos tramos por donde circula las líneas de la red de distribución de medio y bajo voltaje, se dificulta evitar este efecto, por lo que se ha predispuesto un nivel de tolerancia para las caídas de tensión, dependiendo del área de concesión y las especificaciones técnicas dadas por cada distribuidor del suministro eléctrico; con la finalidad de no intervenir con los requisitos del usuario (Juan M. Astorga Gómez, 2013).

4.2.3.6. Seccionador de fusible.

Son aparatos que han sido diseñados para la protección de líneas en redes de distribución. Estos elementos suministran protección fiable tanto en sobrecarga como en cortocircuitos, siempre que éstos no sobrepasen la capacidad máxima de interrupción (capacidad de corte). Mejoran los indicadores de confiabilidad, ya que permite en el área en donde se encuentra el elemento fallado, lograr reponer el servicio eléctrico en áreas donde no exista la falla, mientras se realiza la reparación del elemento fallado. En el seccionamiento de líneas aéreas de distribución llevan como elemento de protección y de maniobra seccionadores fusibles de expulsión (CUT-OUT); son utilizados también para la protección de líneas y transformadores contra cortocircuitos. Estos elementos forman parte del armado estructural de las líneas de distribución, por lo que su identificación dentro de cada estructura es relevante, de la misma forma, la

capacidad del seccionador es estándar, siendo el único elemento variable el fusible, el cual asegurará la protección del circuito (Simeon Pucuhuayla, 2019).

4.2.3.7. Esfuerzo útil del poste.

Es el esfuerzo libre disponible aplicado en un punto cualquiera por encima o por debajo de la cabeza del poste, manteniendo un coeficiente de seguridad y según la dirección principal del mismo. Este esfuerzo se ve influenciado principalmente por la longitud del vano, las características del material o conductores anexados al poste de distribución, el material del poste, las dimensiones y cantidad de los insumos ubicados en el poste de distribución. Este esfuerzo debe ser inferior al esfuerzo nominal que soporta el poste, para evitar la superar la fluencia tanto a compresión, flexión y tracción. Cabe destacar que el poste es una columna ubicada de forma vertical, en donde actualmente los materiales más utilizados para su construcción son acero, hormigón y madera (Comité de Homologación de Materiales, 2012).

4.2.3.8. Vano.

Es la distancia horizontal entre los elementos, en los cuales el conductor está suspendido o amarrado. Para los propósitos del diseño, el vano se toma como la distancia horizontal entre dos apoyos verticales adyacentes, medida entre los ejes verticales o centros de tales apoyos y también, por extensión, entre dos puntos significativos de la línea. Entre un conjunto de apoyos se debe identificar el tramo total del tendido, con la finalidad de que este no sobrepase los 600 m para redes de media y baja tensión (Energía de Pereira, 2015). De la misma forma, a través del vano se puede identificar la carga a soportar por parte del poste, así como las posibles cargas del viento, en donde actúa la fuerza del viento sobre los conductores. Al esfuerzo total producido por el vano se lo denomina flecha y es el principal parámetro a calcular del esfuerzo admisible en los postes de distribución (Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución, 2015).

4.2.3.9. Amortiguadores.

Es un dispositivo mecánico integrado por una grapa de sujeción, cable mensajero y dos contrapesos, que atenúa en los conductores aéreos una onda causada por viento, golpe o vibración, su objetivo es el de atenuar la amplitud de las vibraciones eólicas, para efectos de protección de los cables en líneas aéreas contra fallas por fatiga de los puntos de restricción en movimiento. Para los propósitos del diseño, el vano se toma como la distancia horizontal. La efectividad de estos depende de su punto de aplicación con relación al punto de amarre y de sus características relacionadas con las

propias de amortiguación que tenga el conductor (Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución, 2015).

4.2.3.10. Acometidas.

De acuerdo a Energía de Pereira:

Se entiende por acometida como la derivación realizada desde las redes de distribución, hasta las instalaciones del usuario dónde se albergan los equipos de registro (medidor). En condominios o edificios de propiedad horizontal, la acometida llega hasta el punto de registro de corte general. En aquellos casos especiales en dónde el equipo de corte se encuentra aguas arriba del medidor, la acometida estará conformada por conductores y demás accesorios que permitan realizar la conexión desde la red de uso general y los bornes de salida del equipo de medida, de acuerdo a los reglamentos técnicos y especificaciones de la Empresa (Energía de Pereira, 2015, pág. 352).

Por lo tanto, una acometida es un punto de exceso confiable para un usuario especificado y está comprendida entre la red de distribución general y la instalación receptora. Debe ser visible y de fácil supervisión, conformada por los siguientes elementos: elementos de conexión y anclaje a la red de distribución, línea de acometida y los terminales de los conductores de entrada a la instalación receptora.

4.2.3.11. Cabinas, pozos y zanjas.

Las cabinas de transformación, es un cuarto destinado al alojamiento exclusivo del transformador o banco de transformadores particulares, con sus respectivos equipos de protección y accesorios. Sus principales parámetros a considerar son los niveles de tensión, capacidad, seguridad y operatividad. Por otro lado, los pozos son elementos utilizados en el cambio de dirección, transición aérea a subterránea, así como a lo largo de los tramos rectos de la ruta del circuito. La distancia entre pozos dependerá del diseño, esta distancia está entre los 30 m y 60 m. Por último, para las canalizaciones de las redes subterráneas se hace uso de zanjas o canales pequeños rectangulares contruidos de mampostería de ladrillo o de hormigón, los cuales irán tapados y sin ventilación forzada o eficaz (Carlos H. Endara Romero, 1981).

4.2.3.12. Alumbrado Público.

Comprende todas las luminarias utilizadas para contribuir con la seguridad ciudadana en las horas con ausencia de luz natural y su comportamiento es intermitente. Este es uno de los servicios públicos a cargo de las municipalidades de cada sector, en donde se debe garantizar su fácil acceso y eficiencia energética, para ello los proyectistas pueden basarse en diversos estudios fotométricos o simulaciones que

permitan cumplir con una adecuada iluminación, dependiendo de la zona a iluminar y las condiciones que presenta la misma (Ramírez Castaño, 2004).

4.2.3.13. Factor de potencia.

Es la relación entre kilovatios y kilovoltios amperios, del mismo sistema eléctrico o parte de él. El factor de potencia indica la cantidad de energía total que se ha convertido en trabajo, dado que todos los aparatos que contiene inductancia, tales como transformadores, motores y demás equipos con bobinas, necesitan corriente reactiva para establecer los campos magnéticos necesarios para su operación. El desfase producido por la corriente reactiva se anula con el uso de capacitores de potencia, lo que hace que el funcionamiento del sistema sea más eficaz y, por lo tanto, requiere menos corriente en la línea. Por lo tanto, la formación de factores de potencia bajos, producen un mal aprovechamiento de la energía eléctrica, ocasionando pérdidas en los sistemas de distribución y obligando a las empresas distribuidoras de energía eléctrica a establecer un factor de potencia mínimo (Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución, 2015).

4.2.3.14. Puesta a tierra.

Grupo de elementos conductores continuos y equipotenciales, de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o con una masa metálica, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados. Los sistemas eléctricos se aterrizarán de una manera sólida para la seguridad de las personas, y para facilitar la operación de los dispositivos de protección. Sobre el sistema de puesta a tierra (SPT), las empresas eléctricas presumen su correcta aplicación por parte de diseñadores, constructores, interventores e inspectores de las obras. La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo (Energía de Pereira, 2015).

4.2.3.15. Distancia de seguridad.

Es uno de los factores que inciden en la construcción de instalaciones eléctricas, en donde se limita el nivel de riesgo entre un sistema de distribución y otros elementos como edificios, vías, árboles, obstáculos, entre otros. Las distancias mínimas de seguridad cumplen doble función: limitar la posibilidad de contacto entre personas, circuitos o equipos, e impedir que las instalaciones de un distribuidor entren en contacto

con las instalaciones de otro o con la propiedad pública o privada. Todas las distancias de seguridad se deben medir de superficie a superficie (EERSSA, 2015).

4.3. Capítulo 3: Método de análisis

4.3.1. Método de escalas gráficas

Según (Marketing e Influencer, 2022) en su página web explica, el objetivo principal de este método es categorizar a cada empleado o empresa en diferentes niveles de desempeño. Se realiza principalmente para determinar ajustes y promociones o, en algunos casos, incluso movimientos laterales de trabajo.

La calificación gráfica se utiliza para medir una amplia gama de comportamientos. Se miden los comportamientos que se requieren para la eficiencia del servicio. Comúnmente, tomar iniciativas, cumplir con los plazos, trabajar bien en equipo son algunos de los rasgos que se miden; sin embargo, pueden diferir según la industria, la empresa, el departamento y la función.

En la mayoría de los casos, la calificación consta de todos los criterios, como 2 calificaciones para competencia personal, 2 para metas u objetivos personales, 1 calificación para meta departamental y 2 para objetivos generales de la organización.

4.3.2. Formatos de la escala de calificación gráfica

Hay varias formas de redactar una escala de calificación gráfica. Queda a criterio exclusivo del empleador y de las necesidades del trabajador, lo que determina la elaboración de la escala de calificación.

En todo caso, existe una escala de calificación con dos extremos. Los siguientes son algunos de los formatos estándar de la escala de calificación gráfica:

4.3.3. Escala numérica.

La escala numérica consta de clasificaciones numéricas. Esta calificación puede ser del 1 al 5 o del 1 al 10. La calificación 1 especifica que se necesita mejorar y el 10 es perfecto. La desventaja de este tipo de escala es que se enfoca en rasgos de comportamiento que pueden no ser específicos de todos los trabajos.

La organización debe desarrollar criterios específicos que puedan ahorrarle costos legales.

4.3.4. Escalas de palabras

Las habilidades verbales consisten en términos relacionados con el desempeño que definen y califican el desempeño del empleado. Por ejemplo, la escala de calificación se puede categorizar en pobre, regular, bueno y excelente.

4.3.5. Escalas de comentarios.

Las escalas de comentarios son líneas cortas o largas de comentarios que se entregan al empleado.

Sin embargo, los comentarios deben ser estándar y comunes para todos. Por ejemplo, cumple con las expectativas, por debajo de las expectativas, por encima del promedio, etc. A veces, los comentarios también pueden ser oraciones.

4.3.6. Escala estándar mixta.

En esta escala, hay declaraciones mixtas que representan un desempeño promedio, excelente y deficiente. Se le pide al supervisor que califique con más (+), cero (0) o menos (-), lo que significa por encima del promedio, promedio y por debajo del promedio, respectivamente.

4.3.7. Características de una buena escala de calificación gráfica

- La escala de calificación gráfica varía según la empresa, la industria y el departamento. Es fundamental que, cualquiera que sea el caso, las escalas se basen conductualmente.
- Los criterios de evaluación con los que se califica a los empleados deben definirse adecuadamente para que sean los mismos para todos los empleados.
- Deben evitarse las definiciones que envían mensajes contradictorios o se presentan a sí mismo como ambiguos. Honestidad, lealtad, etc. Son términos vagos y envían mensajes contradictorios y, por lo tanto, no deben usarse en la escala de calificación.
- La escala debe ser exacta y precisa para que el empleado conozca su clasificación o puntos o calificación. Nunca debe ser una cifra redondeada o global.
- Las calificaciones deben ser relevantes para el comportamiento que se mide. Por ejemplo, para medir el liderazgo, las calificaciones deben estar orientadas al desempeño, equilibradas, laissez-faire o amigables con las personas, etc.

5. Metodología

5.1. Recursos y Materiales

5.1.1. Recursos Técnicos

- Computadora e internet
- Material de oficina.

5.1.2. Recursos Bibliográficos

- Libros: Electricidad y Redes de distribución.
- Normativas vigentes para redes de distribución de media y baja tensión.
- Artículos de revistas científicas.

5.2. Tipo de Investigación

La presente investigación bibliográfica es de carácter cualitativo, debido a la aplicación de métodos comparativos en las diferentes guías y normativas de las empresas eléctricas del Ecuador y las normativas de la CNEL; para obtener y analizar los aspectos técnicos de diseño e instalación de cada una de las empresas. Comparando finalmente los resultados con dos normativas internacionales (República Dominicana, Colombia).

5.3. Métodos

Para efectuar la presente investigación se lleva a cabo la implementación de un procedimiento sistematizado como se muestra en la Figura 3.

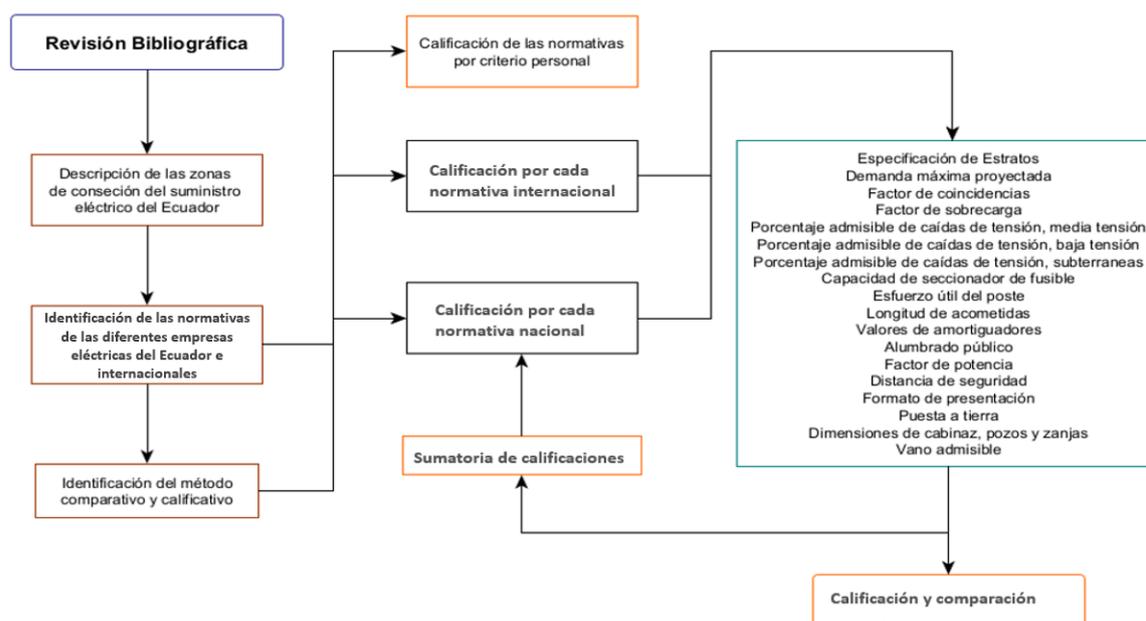


Figura 3. Flujograma del desarrollo de la presente investigación

5.3.1. Revisión Bibliográfica

Mediante la recopilación y análisis de la literatura técnica, se identificaron normativas de diseño para las redes de media y baja tensión a nivel nacional, pertenecientes a las empresas eléctricas encargadas de la concesión del suministro eléctrico en Ecuador. De la misma forma, se establecen los parámetros de diseño, construcción y fiscalización de los distintos tipos de proyectos de distribución. Finalmente, se describen los métodos empleados para la comparación de las normativas vigentes, resaltando los aspectos más importantes de cada una de estas.

5.3.2. Obtención de los manuales de diseño para redes de media y baja tensión

A través de los portales y sitios web de las empresas eléctricas y CNEL, que son las encargadas de prestar el servicio de energía eléctrica a los distintos sectores en el Ecuador; se identifican los distintos manuales, guías o normativas que rigen actualmente para el diseño e implementación de un sistema de distribución en media y baja tensión.

5.3.3. Asignación de calificación para cada parámetro de diseño

De acuerdo a lo establecido en los parámetros de construcción de la recopilación bibliográfica; se establece las calificaciones de cada parámetro de acuerdo al grado de importancia, para la aplicación del método de escalas gráficas, el cual tiene una opción para el análisis específico requerido. En el cual se designará una puntuación de acuerdo a la información bibliográfica obtenida, se asignan valores de 0 a 2, siendo la puntuación máxima 2.

5.3.4. Identificación de los parámetros de diseño a comparar

De acuerdo a lo establecido en la recopilación bibliográfica; se establecen los parámetros necesarios para llevar a cabo el proceso de diseño de sistemas de distribución para media y baja tensión; de la misma forma, los formatos para la presentación de los estudios realizados y las dimensiones de algunos elementos para su construcción.

5.3.5. Aplicación del método de Escalas Gráficas

Elaborar cuadros de comparación considerando todas las normas técnicas de diseño existentes y asignar una calificación de acuerdo al grado de puntuación existente por cada parámetro. Cuando no exista información de los parámetros se asigna el valor mínimo de 0, sin embargo, en el caso de existir información inconclusa se asigna la calificación 1, y al contar con información completa se asigna una calificación de 2.

5.3.6. Cálculo total de la evaluación de las normativas nacionales

De acuerdo al método de escalas gráficas, realizar el cálculo del puntaje total obtenido en la evaluación de las normativas, obteniendo de esta manera, la empresa

con más calificación en los parámetros para el diseño y construcción de redes de distribución de media y baja tensión.

5.3.7. Comparación con las normativas internacionales

Con la normativa que obtuvo la mejor puntuación a nivel nacional en semejanzas comparadas con las demás, se desarrolla la comparación con las normas internacionales vigentes, de diseño de redes de media y baja tensión; en la cual se evaluarán los mismos factores descritos anteriormente para obtener las diferencias en caso de existir. Con el total de la sumatoria de los resultados obtenidos, se determina el porcentaje de diferencia que existe entre todas las normativas.

6. Resultados

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, se llevó a cabo el cumplimiento de la metodología propuesta de la cual se obtuvieron los siguientes resultados.

6.1. Sistema de distribución de media y baja tensión en el Ecuador.

De acuerdo a la Figura 1, el área de concesión del servicio de energía eléctrica se encuentra dividido en diferentes empresas eléctricas y la CNEL, las cuales son:

- Corporación Eléctrica Nacional (CNEL) con sus Unidades de Negocios en: Esmeraldas, Bolívar, El Oro, Los Ríos, Guayas, Manabí, Milagro, Santa Elena, Santo Domingo y Sucumbíos.
- Empresa eléctrica Ambato.
- Empresa eléctrica Azogues.
- Empresa eléctrica Centro Sur.
- Empresa eléctrica Cotopaxi.
- Empresa eléctrica Galápagos.
- Empresa eléctrica Norte.
- Empresa eléctrica Quito.
- Empresa eléctrica Riobamba.
- Empresa eléctrica Sur.

6.2. Normativas y guías de diseño vigentes en el Ecuador

Algunas empresas distribuidoras de energía eléctrica en el Ecuador, cuentan con su propia normativa y guía para el diseño de sistemas de distribución de redes eléctricas de media y baja tensión; las cuales se describen en la Tabla 23.

Tabla 23. Normas y guías de diseño vigentes en el Ecuador

Empresa Eléctrica	Normativa o guía	Descripción
Corporación Nacional Electricidad de	<ul style="list-style-type: none">• Manual para la instalación de acometidas y sistemas de medición a los consumidores de CNEL EP.• Procedimiento para la Aprobación de proyectos Eléctricos, recepción y Energización de infraestructura Eléctrica.	Establece las normas y disposiciones para el diseño y la instalación de acometidas de servicio eléctrico, sistemas de medición, así como para la construcción de módulos de medición individuales, tableros de medidores, cuartos de transformación, montaje de transformadores monofásicos y/o trifásicos, tanto convencionales como pedestal (pad mounted) para inmuebles de los consumidores.

Empresa Eléctrica Ambato	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de diseño Parte I. • Guía de diseño Parte II. • Guía de diseño Parte III. • Guía de diseño Parte IV. 	Abarca las normas y procedimientos para diseño, aprobación, fiscalización y recepción de proyectos; instalaciones eléctricas de interiores, redes aéreas y redes subterráneas.
Empresa Eléctrica de Azogues	No se obtiene información de una normativa y guía de diseño para sistemas de distribución de media y baja tensión, pero sí formatos de archivos para revisión.	-----
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Instructivo para el trámite de aprobación de diseños de instalaciones eléctricas interiores para demandas inferiores a 12 kW y cargas instaladas menores a 20 kVA.	Está orientado al diseño y estudio de un sistema eléctrico para cubrir una necesidad particular o pública, que es óptimo desde el punto de vista técnico y económico
Empresa Eléctrica Cotopaxi	No se obtiene información de una normativa y guía de diseño para sistemas de distribución de media y baja tensión, pero sí formatos de archivos para revisión.	-----
Empresa Eléctrica de Galápagos	No se obtiene información de una normativa y guía de diseño para sistemas de distribución de media y baja tensión.	-----
Empresa Eléctrica Norte	No se obtiene información de una normativa y guía de diseño para sistemas de distribución de media y baja tensión, pero sí formatos de archivos para revisión y un sistema interactivo para gestión de proyectos.	-----
Empresa Eléctrica de Quito	<ul style="list-style-type: none"> • Parte A • Parte B. • Parte C 	Guías para las fases de diseño y construcción en el área de servicio, orienta al cumplimiento de los requisitos previos y concurrentes de la gestión administrativa y técnica de las diferentes etapas de realización de los proyectos
Empresa Eléctrica de Riobamba	No se obtiene información de una normativa y guía de diseño para sistemas de distribución de media y baja tensión, pero sí formatos de archivos para revisión.	-----
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Normas Técnicas para el Diseño de Redes de Eléctricas Urbanas y Rurales	Enmarca a todos los diseños eléctricos para media y baja tensión, que serán de aplicación obligatoria en toda el área de concesión de la EERSSA

Fuente: El autor

Considerando las normativas descritas en la Tabla 23 y los criterios para guías y procesos metodológicos, las calificaciones obtenidas a criterio del autor son las que se exponen en la Tabla 24, considerando los siguientes criterios:

- Organización y atractivo: ausencia (0), desorganizada (1), organizada (2) y organizada y con buena presentación (3).
- Estilo y corrección de la escritura: ausencia (0), incorrecta escritura (1), correcta escritura (2) y correcta escritura y estilo adecuado (3).
- Imágenes: ausencia (0), imágenes (1), buena calidad de imágenes (2) y buena calidad de imágenes e información ilustrada (3).
- Ejemplos de los tipos de obstáculos: ausencia (0), ejemplos (1), explicación de ejemplos (2) detalle del ejemplo dado (3).
- Referencias a normativas internacionales: ausencia (0), citas (1), referencias internacionales (2) y referencias nacionales e internacionales (3).
- Certificaciones: ausencia (0), referencia a normas certificadas (1), certificación propia (2) y referencia y certificación propia (3).
- Descripción completa de los parámetros de diseño: ausencia (0), hasta 2 (1), hasta 5 (2) y todos (3).
- Fecha de publicación actualizada: 2010 al 2013 (0), 2014 al 2017 (1), 2018 al 2022 (2) y en el 2023(3).
- Acceso a la información: ausencia (0), difícil acceso (1), acceso moderado (2) y fácil acceso (3).

Tabla 24. Calificación de las guías o normas de diseño vigentes en el Ecuador

Empresa Eléctrica	Organización y atractivo.	Estilo y corrección de la escritura.	Imágenes.	Ejemplos de los tipos de obstáculos.	Referencias a normativas internacionales.	Certificaciones.	Descripción completa de los parámetros de diseño.	Fecha de publicación actualizada.	Acceso a la información.
Corporación Nacional de Electricidad	3	3	1	1	3	2	3	2	2
Empresa Eléctrica Ambato	3	3	3	2	3	2	3	2	3
Empresa Eléctrica de Azogues	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	2	3	1	1	3	2	2	2	1
Empresa Eléctrica Cotopaxi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empresa Eléctrica Norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empresa Eléctrica de Quito	3	3	3	3	3	2	3	2	3
Empresa Eléctrica de Riobamba	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	3	3	3	2	3	2	3	0	3

Fuente: El autor

De acuerdo a la Tabla 24, la empresa Eléctrica de Quito es la que presenta la puntuación más alta con 25 puntos y el Instructivo de la empresa Eléctrica Regional CENTROSUR es la que presenta la menor puntuación con 17 puntos. Haciendo esto más atractivo para el diseño, las guías de diseño de la empresa Eléctrica de Quito: Parte A, Parte B y Parte C. Las normativas se exponen en el Anexo 2. Anexo Digital.

6.3. Calificación de los parámetros de diseño en las normativas

Considerando que el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, requiere hacer uso del catálogo único de estructuras, para el armado de sistemas de distribución aérea en todo el Ecuador, no se tomará en cuenta este parámetro para el análisis comparativo. Sin embargo, las calificaciones de puntuación, estarán dadas por la siguiente escala para la aplicación del método de escalas gráficas.

- No especifica: Cero puntos.
- Información media: Un punto.
- Información completa: Dos puntos.

Para los siguientes parámetros requeridos para el diseño de un sistema de distribución de media y baja tensión:

6.3.1. Especificación de los estratos

La empresa eléctrica de Quito y la empresa eléctrica de CENTROSUR detallan mediante un mapa las zonas estratificadas para la concesión del suministro eléctrico y dependiendo de zona de desarrollo de proyecto y del tipo de usuario se determina el tipo de usuario final para el desarrollo del proyecto. La EERSSA y EEASA categorizan a los usuarios de acuerdo a la capacidad y ubicación zonal (Rural o Urbana); finalmente la CNEL solicita identificar la capacidad del proyecto para asignarlo a sus tres categorías: Tipo I, Tipo II y Tipo III. Dando como resultado el siguiente cuadro comparativo:

Tabla 25. Calificación en la presentación de los estratos de la zona de concesión

Empresas eléctricas	Especificación de los estratos	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	Tipo I; Tipo II; Tipo III	Clasifica a los usuarios por el tipo de proyecto	2
Empresa Eléctrica Ambato	A, B, C, D, E y F	Para los usuarios de tipo urbano y rural	2
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	A1, A, B, C, D, E	Clasificación de los usuarios por mapas y consumo de energía	1
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	F, E, D, C, A y B	Clasificación de los usuarios por mapas	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	A, B, C, D, E y F	Para los usuarios de tipo urbano y rural	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la

Tabla 25, la CNEL, E.E Ambato y EERSSA son las que presentan una mayor puntuación con respecto a las demás, para el parámetro de presentación de los estratos

de la zona de concesión, tal y como se observa en la Tabla 63 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.3.2. Demanda máxima proyectada

Para llevar a cabo el cálculo de la demanda máxima de energía por usuario las empresas proponen diversos métodos y valores tabulados para su cálculo; presentando en el cuadro de la Tabla 26.

Tabla 26. Calificación de las demandas máximas proyectadas dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	Cálculo de la demanda proyectada	De acuerdo al tipo de proyecto	1
Empresa Eléctrica Ambato	Demanda diversificada para el número de clientes	De acuerdo al tipo de usuario y número de clientes	2
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Demanda diversificada para el número de clientes	De acuerdo al estrato y número de clientes	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No existe información	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No existe información	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	No existe información	0
Empresa Eléctrica de Quito	Demanda máxima diversificada para el número de clientes	De acuerdo al estrato y número de clientes	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Demanda Máximas proyectadas	Tipo urbano o rural y números de usuarios	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 26, la variación en la demanda máxima proyectada para un número de usuario de las diferentes empresas es mínima porque por cada estrato la empresa eléctrica proporciona un valor y para los mismos estratos y números de usuarios el valor de la demanda varía por decimales; sin embargo, la Empresa Eléctrica de Ambato y la Empresa Eléctrica de Quito tienen categorizados los estratos de la misma forma, de la misma forma, la CNEL es la única empresa que no tiene definido la demanda en estas condiciones. La EERSSA y la Empresa Eléctrica CENTROSUR tienen estratificado los usuarios de la misma forma, tal y como se observa en la Tabla 64 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.3.3. Factor de Coincidencia

Algunas empresas proponen el cálculo del factor de coincidencia mediante una ecuación exponencial y otras trabajan con el factor de diversidad; considerando que el factor de diversidad es el inverso del factor de coincidencia, el cuadro de calificación obtenido se expone en la Tabla 27.

Tabla 27. Calificación del factor de coincidencia, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	-----	A consideración del proyectista	1
Empresa Eléctrica Ambato	-----	No hace uso del factor	0
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Propone valor aplicando la fórmula del factor de coincidencia	De acuerdo al tipo de carga y al número de clientes	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	Usa el factor de diversidad	De acuerdo al número de usuarios	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Propone una fórmula exponencial.	De acuerdo al número de usuarios	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 27, todas las normativas proponen diferentes metodologías de cálculo del factor de coincidencia en otras proponen valores y en otras simplemente no hacen uso de este factor; además los valores de este factor para un mismo factor son diferentes en cada normativa, tal y como se observa en la Tabla 65 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.3.4. Factor de sobrecarga

Los factores de sobrecarga obtenidos para las diferentes normativas de las empresas eléctricas del Ecuador comparten las siguientes diferencias que se exponen en la Tabla 28 y Figura 4.

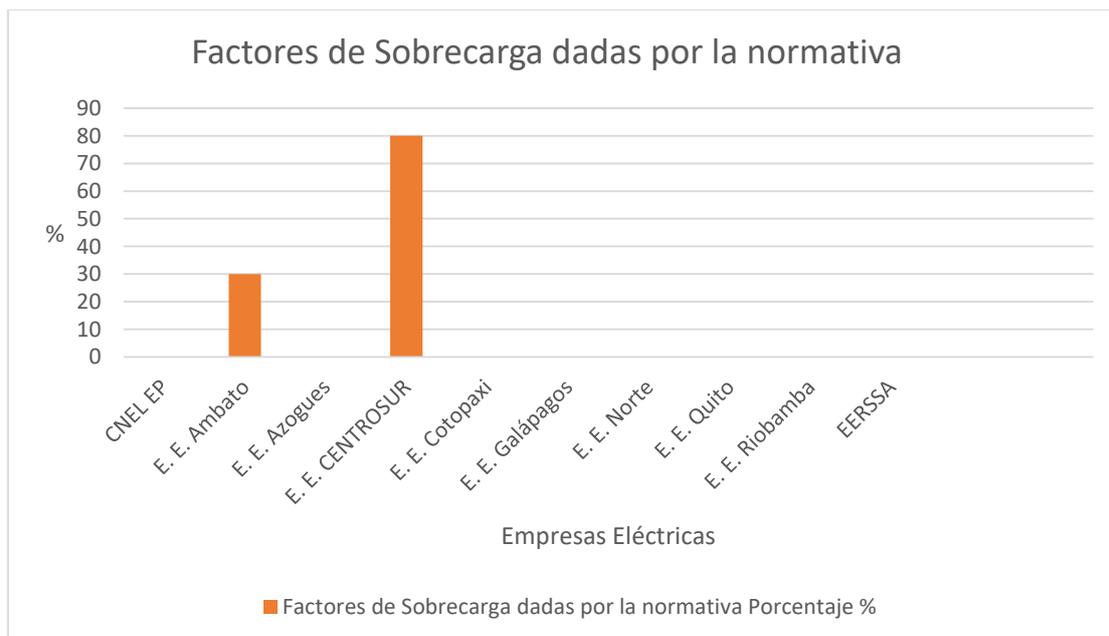


Figura 4. Factores de sobrecarga dadas por las normativas

Tabla 28. Calificación del factor de sobrecarga, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	-----	A consideración del proyectista	1
Empresa Eléctrica Ambato	Propone un 30% de sobrecarga	Página 10 de 49 de la guía parte 3	2
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Propone un factor de sobrecarga de 0,8	Página 70 de la aplicación de la guía de diseño	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	-----	Se busca no llegar a esas consideraciones de diseño, no se usa el factor	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	A = 0,9 B, C = 0,8 D..H =0,7	Propone un factor de sobrecarga de acuerdo a categoría	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 28, las normativas de la empresa eléctrica de Ambato, la EERSSA y la regional CENTROSUR, son las que presentan una mayor calificación en comparación con las demás normativas; esto se debe a que las empresa eléctrica de Quito y la CNEL no hacen uso del factor de sobrecarga, mientras que la CENTROSUR, la EERSSA y la de Ambato permiten un porcentaje de sobrecarga cerca

del 30%, tal y como se observa en la Tabla 66 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.3.5. Porcentaje admisible de caída de tensión, media tensión

Todas las empresas eléctricas, incluidas las que no poseen una normativa para el diseño de redes media y baja tensión, cuentan con un formato para el cálculo de la caída de tensión en donde el proceso avanza de forma secuencial de una columna a otra. Pero con los datos oficiales de las normas publicadas por algunas empresas eléctricas, la diferencia por caída de tensión son las que se exponen en la Tabla 29 y Figura 5.

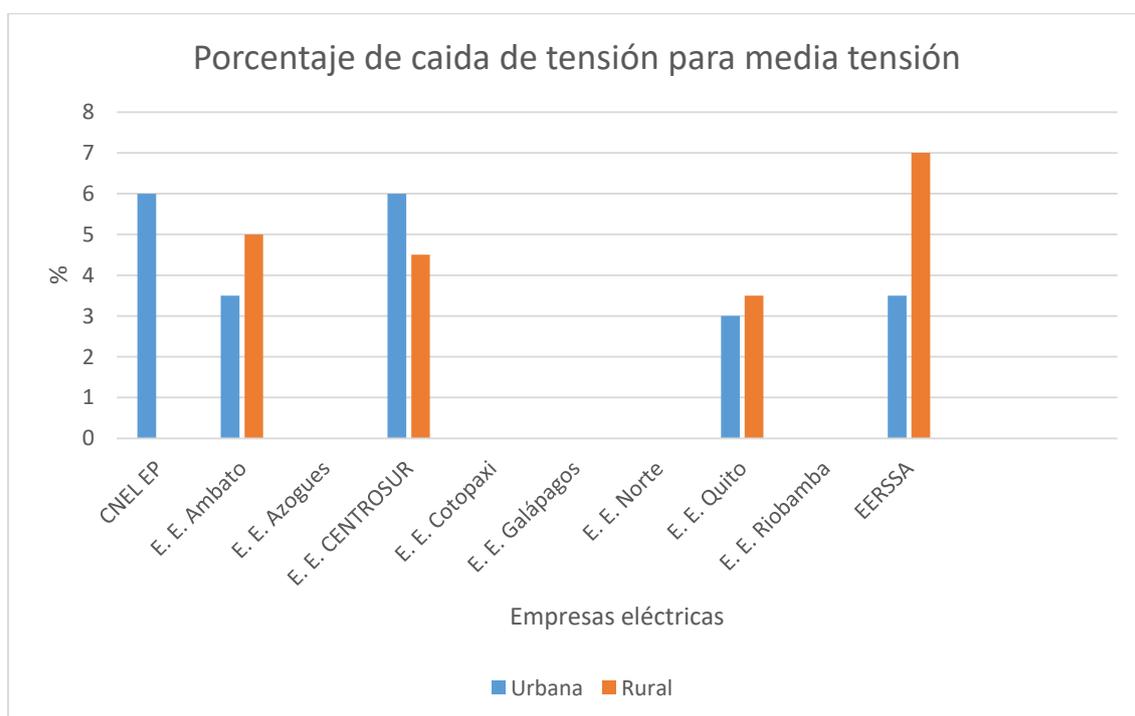


Figura 5. Calificación del porcentaje de caída de tensión, dadas por las normativas

Tabla 29. Calificación del porcentaje de caída de tensión (MT), dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	6%	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	1
Empresa Eléctrica Ambato	Urbana = 3.5% rural = 5%	De acuerdo a zona de aplicación	2
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Urbana = 6% rural = 4,5%	De acuerdo a zona de aplicación	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0

Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	Urbana = 3% rural = 3.5%	De acuerdo a zona de aplicación	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Urbana = 3.5% rural = 7%	De acuerdo a zona de aplicación	2

Fuente: Autor

Como se puede observar, todas las empresas cuentan con un porcentaje de caída de tensión admisible, sin embargo, en el caso de CNEL basa su límite de porcentaje de caída de tensión en la regulación de la ARCONEL (6 %),

El resto de empresas impone un límite de porcentaje de acuerdo a la zona rural y urbana, pero los valores más aproximados y que menos diferencia presentan se encuentra entre la EERSSA, Empresa Eléctrica Quito y la EEASA, tal y como se observa en Tabla 67 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.3.6. Porcentaje admisible de caída de tensión, baja tensión

Todas las empresas eléctricas, incluidas las que no poseen una normativa para el diseño de redes media y baja tensión, cuentan con un formato para el cálculo de la caída de tensión en donde el proceso avanza de forma secuencial de una columna a otra. Pero con los datos oficiales de las normas publicadas por algunas empresas eléctricas, la calificación por caída de tensión es expuesta en la Tabla 30 y Figura 6.

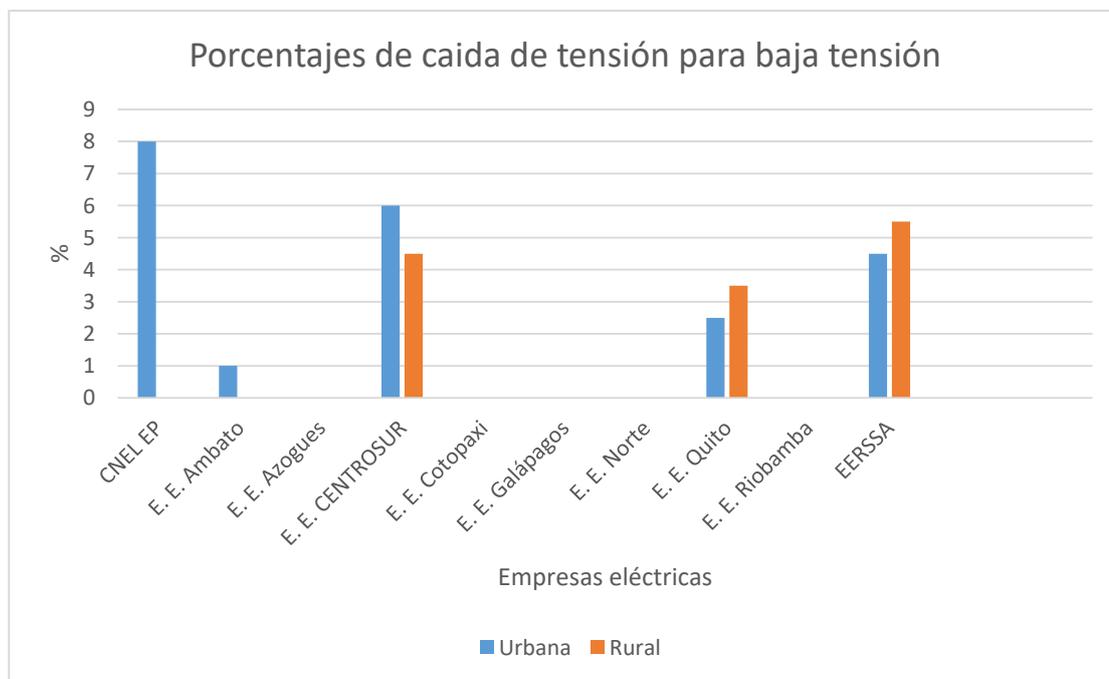


Figura 6. Calificación del porcentaje de caída de tensión (BT), dadas por las normativas

Tabla 30. Calificación del porcentaje de caída de tensión (BT), dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	8%	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	1
Empresa Eléctrica Ambato	1%	Página 11 de 49 de la guía parte 3	1
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No existe información	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Urbana = 6% rural = 4,5%	Página 77 de la aplicación de la guía metodológica	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	Urbana = 2,5% rural = 3.5%	Tabla A-11-7 y Tabla A-11-8	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Urbana = 4.5% rural = 5.5%	Página 8 de la normativa de construcción	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Figura 6, las empresas que cuentan con un porcentaje de caída de tensión admisible para baja tensión, sin embargo en el caso de la CNEL basa su límite de porcentaje de caída de tensión en la regulación de la ARCONEL (8%), el resto de empresas impone un límite de porcentaje de acuerdo a la zona rural y urbana, pero los valores más calificados se encuentra entre la EERSSA, Empresa Eléctrica Quito y la EEASA, tal y como se observa en Tabla 68 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.3.7. Porcentaje admisible de caída de tensión, subterráneas

En este caso, solo la Empresa Eléctrica CENTROSUR asigna un límite de caída de tensión para las redes de distribución subterránea en sus normativas vigentes, por lo tanto, el cuadro sobre este parámetro se expone en la Tabla 31.

Tabla 31. Calificación del porcentaje de caída de tensiones subterráneas, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	-----	Igual que en las redes aéreas	1
Empresa Eléctrica Ambato	-----	Igual que en las redes aéreas	1
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	3%	Considera área urbana y rural en la aplicación	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	Urbano y rural	Igual que en las redes aéreas	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	-----	Igual que en las redes aéreas	1

Fuente: Autor

6.3.8. Capacidad de seccionador de fusible.

Todas las empresas eléctricas se basan en el catálogo de estructuras, dado por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, en donde se especifica el tipo de seccionador a implementar, por lo tanto, no existe diferencia entre las diferentes normativas tanto para redes aéreas como subterráneas, tal y como se expone en la Tabla 32 y Figura 7.

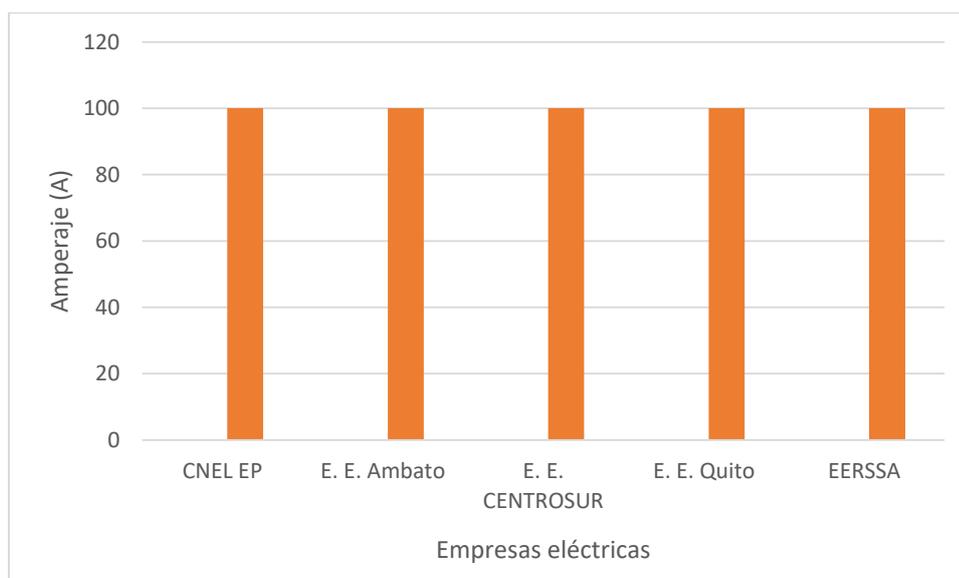


Figura 7. Seccionador de fusibles

Tabla 32. Comparación del seccionador de fusible, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	100 A	De acuerdo al código de estructuras del Ministerio de energía y Mina	2
Empresa Eléctrica Ambato	100 A	De acuerdo al código de estructuras del Ministerio de energía y Mina	2
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	100 A	De acuerdo al código de estructuras del Ministerio de energía y Mina	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	100 A y dependiendo de la capacidad de la instalación	De acuerdo al código de estructuras del Ministerio de energía y Mina	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	100 A	De acuerdo al código de estructuras del Ministerio de energía y Mina	2

Fuente: Autor

6.3.9. Fórmulas para el cálculo del esfuerzo útil del poste

Las empresas eléctricas se basan en el catálogo de estructuras, dado por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, en donde se especifica el tipo de poste a implementar con su esfuerzo máximo, por lo tanto, no existe diferencia entre las diferentes normativas para el diseño redes de distribución a diferencia de la EERSSA, la cual si presenta su propia metodología para el cálculo de esfuerzo del poste. La calificación se detalla en la Tabla 33.

Tabla 33. Calificación del cálculo del esfuerzo útil del poste, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	-----	No especifica el cálculo	0
Empresa Eléctrica Ambato	-----	No especifica el cálculo	0
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	-----	No especifica el cálculo	0
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	Otorga el esfuerzo límite por la aplicación de cada poste	A-14-04. Selección de Postes	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	4.3 Diseño mecánico	Considera cargas, viento, centro de gravedad	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 33, todas las empresas eléctricas no especifican el cálculo del esfuerzo máximo de los postes a excepción de la EERSSA, sin embargo la empresa Eléctrica de Quito si establece los esfuerzos admisibles límites que debe soportar cada poste, tal y como se observa en la Tabla 71 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.3.10. Cálculo del vano y nivel de vano admisible

Todas las empresas eléctricas se basan en el catálogo de estructuras, dado por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, en donde se especifica la longitud del vano a implementar, por lo tanto, no existe diferencia entre las diferentes normativas para redes de distribución, a diferencia de la EERSSA, la cual si presenta su propia metodología para el cálculo de esfuerzo del poste. La calificación se detalla en la Tabla 34.

Tabla 34. Calificación de las longitudes de vano, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	-----	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	1
Empresa Eléctrica Ambato	-----	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	1
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No existe información	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	-----	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	1
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	Requerimiento entre postes 50m	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Para sistemas monofásicos y trifásicos	De acuerdo a una distancia específica	2

Fuente: Autor

6.3.11. Longitud de acometidas

Todas las empresas eléctricas cuentan con su propia normativa, en donde especifican las dimensiones y condiciones necesarias para la instalación de las acometidas. La calificación se detalla en la Tabla 35.

Tabla 35. Comparación de las longitudes de acometidas, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	Especifica longitud, pero si diámetros de tubería, separación, longitud de 3 o 6 metros	Página 7 de 103 del manual de instalaciones acometidas	2
Empresa Eléctrica Ambato	La caída de tensión no debe superar el 1%	Página 11 de la Guía parte 3	1
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	30m Urbana y 60m Rural	Página 4 del instructivo para aprobación de diseños de instalaciones	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0

Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	
Empresa Eléctrica de Quito	Longitud 30 m urbano y 60 m, rural, diámetros de tuberías, caída de tensión 1%	A-12-05	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Longitud urbano 30 m, rural 60 m	Página 17 de la normativa	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 35, la empresa que no presenta ninguna diferencia en este parámetro con el resto de empresas eléctricas es la empresa eléctrica de Quito; además la empresa eléctrica CENTROSUR y EERSSA, proponen solo la longitud hasta la acometida y las otras empresas sólo proponen la tolerancia admisible por caída de tensión y las dimensiones de las tuberías, tal y como se observa en la Tabla 73 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.3.12. Dimensiones de cabinas, pozos y zanjas

Todas las empresas eléctricas cuentan con su propia normativa, en donde especifican las dimensiones y condiciones necesarias para la construcción de cabinas, pozos y zanjas. La calificación se detalla en la Tabla 36.

Tabla 36. Comparación de dimensiones de cabinas, pozos y zanjas, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	Profundidad mínima 0.8 y dimensiones acordes al conductor	Desde la página 37 del manual de instalación de acometidas	2
Empresa Eléctrica Ambato	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	-----	De acuerdo al código de estructuras del Ministerio de energía y Mina	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	Planos detallados de dimensiones de pozos, zanjas y minas	De acuerdo al código de estructuras del Ministerio de energía y Mina	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Dimensiones netas de cabinas, zanjas y pozos	Desde la página 18 de la normativa	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 36, la empresa eléctrica de Ambato es la única empresa que no especifica las dimensiones o condiciones de construcción de pozos, cabinas y zanjas. Por otro lado, la CNEL solo presenta las condiciones y dimensiones a considerar para las zanjas, tal y como se observa en la Tabla 74 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.3.13. Cálculo de alumbrado público

Todas las empresas eléctricas cuentan con su propia normativa, en donde especifican los parámetros, factores y métodos para el cálculo fotométrico y de iluminación en el área de concesión, a acepción de la CNEL. La calificación entre las empresas se detalla en la Tabla 37.

Tabla 37. Calificación del cálculo de alumbrado público, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Ambato	Metodología de cálculo y parámetros a considerar	Página 13 de 49 de la aplicación de la normativa	1
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Metodología de cálculo y parámetros a considerar	Página 286 de la aplicación de la normativa	1
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	Simbología específica y selección del sistema de acuerdo al requerimiento	A-11.10	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Metodología de cálculo y cálculo de la eficiencia de la lámpara	Página 23 de la normativa	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 37, la CNEL es la única empresa que no especifica los parámetros y lineamientos para el cálculo del sistema de iluminación. Por otro lado, la EERSSA adiciona una metodología para el cálculo de la eficiencia energética. Las normativas que no varían en este parámetro, otorgan la clase de iluminación (M1, M2, M3 y M4) y permiten el uso de software especializados en este

parámetro, tal y como se expone en la Tabla 75 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.3.14. Caídas de tensión por alumbrado público y esquemas de control

Todas las empresas eléctricas que cuentan con su propia normativa, especifican un límite de caída de tensión para la red de alumbrado público, sin embargo, todas las empresas eléctricas hacen uso de un sistema de control de iluminación pública por luz piloto y fotoceldas; las semejanzas y diferencias se especifican en la Tabla 38.

Tabla 38. Caídas de tensión y esquemas de alumbrado público, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	No especifica	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	1
Empresa Eléctrica Ambato	2%, luz piloto o fotocelda	Página 11 de 49 de la guía parte 3	2
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	3%, luz piloto o fotocelda	Página 77 de la aplicación de la guía metodológica	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	3%, luz piloto o fotocelda	Tabla A-11-7 y Tabla A-11-8	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	2%, luz piloto o fotocelda	Página 31 de la normativa de construcción	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 38, la CNEL es la única empresa que no especifica cómo constituir el sistema de alumbrado público. Por otro lado, la empresa eléctrica de Quito es la única que acepta un nivel de caída de tensión del 3% a diferencia de los demás que solo aceptan un 2%.

6.3.15. Factor de potencia

Todas las empresas eléctricas que cuentan con su propia normativa, en donde todas especifican que el factor de potencia mínimo requerido es del 0.92, por lo tanto, el cuadro calificativo se expone en la Tabla 39 y Figura 8.

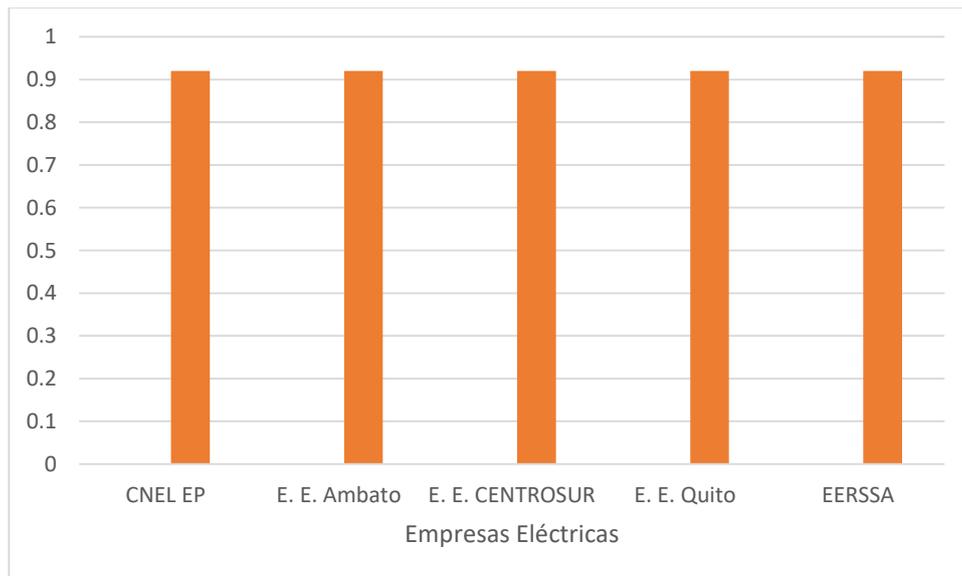


Figura 8. Factor de potencia

Tabla 39. Factor de potencia.

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	0,92	Se basa en el reglamento de la CNEL EP	2
Empresa Eléctrica Ambato	0,92	Anexo 7 de la Guía parte 3	2
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No existe información	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	0,92	Página 7 del instructivo para el trámite de aprobación	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	0,92	A-11.04	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	0,92	Página 35 de la normativa de construcción	2

Fuente: Autor

6.3.16. Puesta a tierra

En la se detalla una comparación entre las principales empresas eléctricas del Ecuador, del valor máximo de resistencia que exige la normativa según el campo de aplicación.

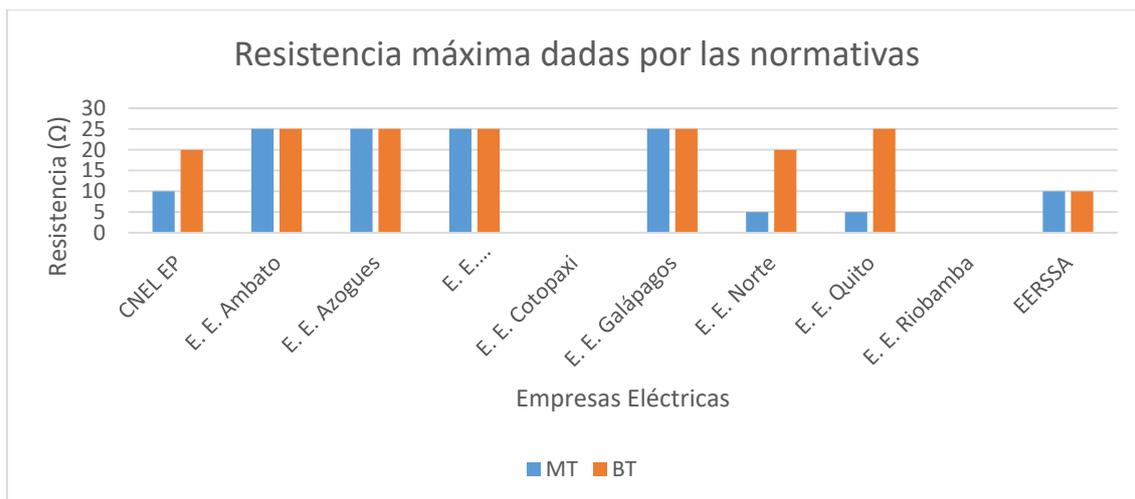


Figura 9. Comparación de valor de resistencia máxima dada por las normativas.

Las empresas cuentan con su propia normativa, especifican las dimensiones y características de instalación para un sistema de puesta a tierra y su valor máximo; a excepción de la empresa eléctrica de Ambato que no especifica este parámetro en cuanto a la varilla de puesta a tierra y lo predispone al nivel de tensión y demanda, de la misma forma la empresa eléctrica plantea la opción adicional de utilizar una varilla de 2,4 m; las demás varillas son copperweld de 1,8 m y suelda exotérmica; dando como resultado el cuadro calificativo de la Tabla 40. Por otro lado en la **Figura 9** la mayoría de empresas propone un valor máximo en BT de 25 ohmios y MT del mismo valor a excepción de la Empresa Eléctrica de Quito que propone un valor máximo de 5 ohmios para MT mientras que la EERSSA propone su propia metodología con valores de 10 ohmios para MT y BT.

Tabla 40. Calificación de puesta a tierra, dadas por las normativas.

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	Copperwell de 1,8 m	Página 4 del manual de instalaciones de acometidas	2
Empresa Eléctrica Ambato	Copperwell de 1,8 m	Página 23 de la Guía parte 3	2
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Copperwell de 1,8 m	Página 5 de la institución para el trámite de aprobación	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica de Quito	Copperwell de 1,8 m	A-12.10	2

Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	No especifica	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Copperwell de 1,8 m	Desde la página 36 de la normativa	2

Fuente: Autor

6.3.17. Formatos de presentación y planos de dimensionamiento

Todas las empresas eléctricas que brindan su servicio en el Ecuador cuentan con sus propios formatos para la presentación de memorias técnicas, planos del proyecto, anexo del detalle del cálculo de caída de tensión y presentación de presupuestos. Todos estos se los puede visualizar en la Tabla 79 del Anexo 1. Información de los parámetros. y el cuadro comparativo se muestra en la Tabla 41.

Tabla 41. Formatos de presentación de anexos y planos, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	Cálculo por columnas, formato de planos específico con su propio cajetín y anexos tanto para la red primaria y secundaria	2
Empresa Eléctrica Ambato	El cuadro de cálculo de la caída de voltaje en un mismo anexo, para la red primaria y secundaria; presenta un formato de planos y guías para aprobación de proyectos	2
Empresa Eléctrica de Azogues	Igual de la CNEL	2
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Igual de la CNEL	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	Lo mismo que la empresa eléctrica de Ambato	2
Empresa Eléctrica de Galápagos	Igual de la CNEL	2
Empresa Eléctrica Norte	Igual de la CNEL	2
Empresa Eléctrica de Quito	Detalla cómo van los formatos de planos, contenido de la memoria técnica y anexos, con un formato para el cálculo de caídas de tensiones	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	Igual de la CNEL	2
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Igual de la CNEL	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 41, la empresa eléctrica de Galápagos es la única empresa que no formó parte del análisis comparativo, debido a la ausencia de información como se expresa en la Tabla 23, la empresa eléctrica de Ambato y la de Cotopaxi presentan un formato diferentes para los anexos, pero conserva los mismos parámetros, tal y como se observa en la Tabla 79 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.3.18. Distancia mínima de seguridad entre conductores

Todas las empresas eléctricas que estipulan una distancia de seguridad entre conductores y las redes de distribución con las viviendas, edificios o árboles; sin embargo, la mayoría basan sus requerimientos en lo exigido en la norma CONELEC-002/10, quedando el cuadro comparativo de la Tabla 42; posicionándose la diferencia por la información expuesta en cada normativa.

Tabla 42. Distancias de seguridad, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Calificación
Corporación Nacional de Electricidad	Si tiene y especifica lo dado por CONELEC-002/10 y regulación de ARCONEL Nro. 001/18	2
Empresa Eléctrica Ambato	Si tiene y especifica lo dado por CONELEC-002/10	2
Empresa Eléctrica de Azogues	-----	0
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Si tiene y especifica lo dado por CONELEC-002/10	2
Empresa Eléctrica Cotopaxi	-----	0
Empresa Eléctrica de Galápagos	-----	0
Empresa Eléctrica Norte	-----	0
Empresa Eléctrica de Quito	Si tiene y especifica lo dado por CONELEC-002/10	2
Empresa Eléctrica de Riobamba	-----	0
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Si tiene y especifica lo dado por CONELEC-002/10	2

Fuente: Autor

6.3.19. Resumen de calificaciones

Después de haber realizado la sumatoria total en todas las normativas, la que mayor calificación presenta es la Empresa Eléctrica de Quito, tal y como se puede observar en la Tabla 43 y Figura 10.

Tabla 43. Total, del nivel de Calificación de las normativas de las empresas comparadas.

Parámetros diseño	Empresas eléctricas									
	CNEL. EP	EEASA	Centrosur	EEQ	EERSSA	ELEPCOSA	ELECGALAPAGOS	Emel Norte	EERSA	EEA
Especificación estrato	2	2	1	2	2	0	0	0	0	0
Demanda máxima proyectada	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0
Factor de coincidencia	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0
Factor de sobrecarga	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0
% Caída de tensión MT	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0
% Caída de tensión BT	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0
% Caída de tensión subterráneas	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0
Seccionador de fusible	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0
Esfuerzo útil del poste	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
Nivel vano admisible	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0
Longitud acometida	2	1	2	2	2	0	0	0	0	0
Dimensiones cabinas, pozos y zanjas	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0
Alumbrado Público	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0
Caída de tensión alumbrado público	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0

Factor de potencia	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0
Puesta a tierra	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0
Formatos presentación planos	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0
Distancia mínima de seguridad conductores	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0
Total	24	27	31	36	35	0	0	0	0	0

Fuente: El autor.

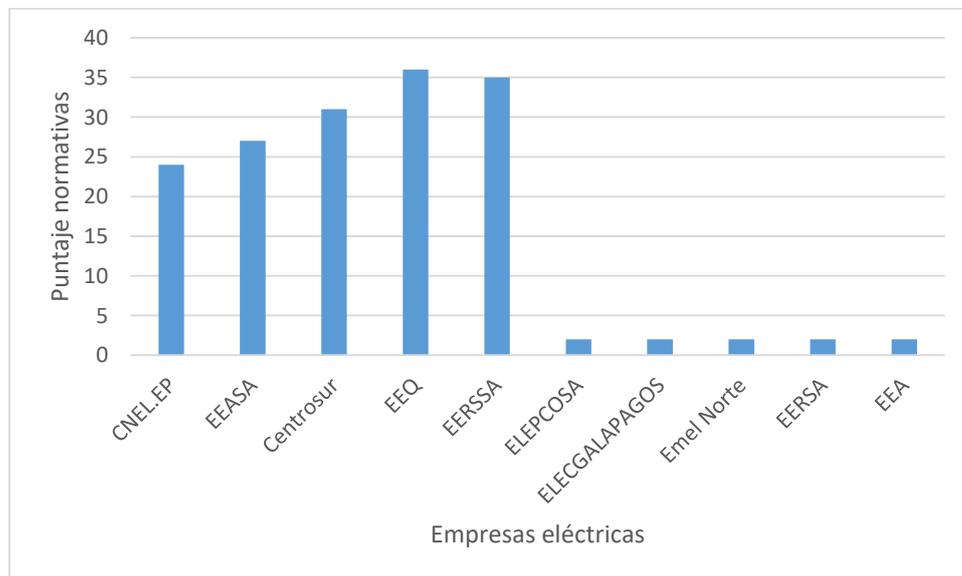


Figura 10. Calificación total de las normativas de las empresas que concesionan el servicio de energía eléctrica en el Ecuador.

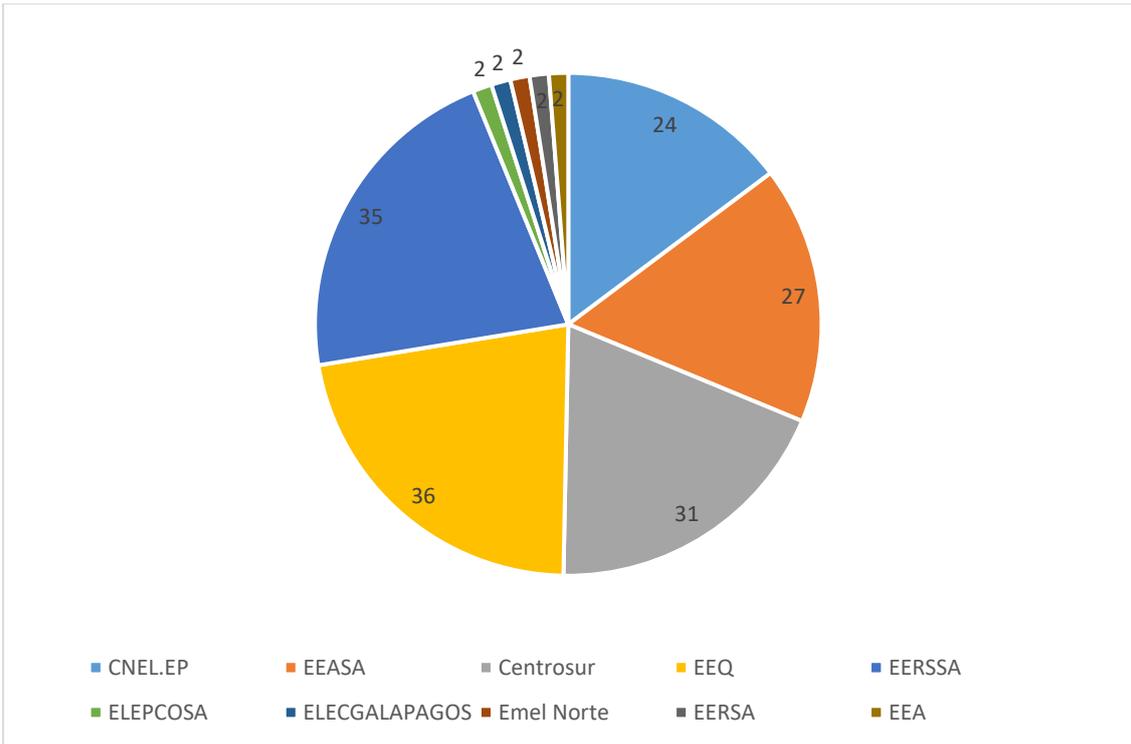


Figura 11. Porcentajes de calificación de las normativas de las empresas que concesionan el servicio de energía eléctrica en el Ecuador.

Cabe destacar que el diagrama de la Figura 11, se realizó con los valores de diferencia total de las 5 primeras empresas eléctricas de la Tabla 43, considerando que son las únicas empresas que cuentan con su propia normativa para el diseño, construcción y fiscalización de proyectos eléctricos de media y baja tensión.

6.4. Comparación de normativas internacionales.

Considerando que la normativa que menor porcentaje de diferencia presenta es la de la Empresa Eléctrica de Quito, se la tomará como base para comparar los parámetros de diseño con dos normativas internacionales; en este caso la dada por la superintendencia de electricidad denominada Norma de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución; y la norma técnica dada por la empresa de energía de Pereira S. A. E. S.P. (Colombia). Las calificaciones de semejanza y diferencia, estarán dadas por la siguiente escala para la aplicación del método de escala gráfica.

- No especifica: Cero puntos.
- Información media: Un punto.
- Información completa: Dos puntos.

Por los siguientes parámetros requeridos para el diseño de un sistema de distribución de media y baja tensión:

6.4.1. Especificación de los estratos

Las normativas de las empresas eléctricas analizadas pertenecen a los países de Colombia, Ecuador y República Dominicana; en donde las categorizaciones de los usuarios, tienen los niveles de diferencia expuestos en la Tabla 44.

Tabla 44. Calificación en la presentación de los estratos de la zona de concesión

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	F, E, D, C, A y B	Clasificación de los usuarios por mapas	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	-----	Para los usuarios de tipo urbano y rural	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	-----	Para los usuarios de tipo urbano y rural	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 44, la Empresa Eléctrica de Quito concede el servicio para usuarios por zonas, sin embargo, las otras empresas eléctricas identifican a los usuarios como urbanos y rurales; cabe destacar que algunas empresas eléctricas del Ecuador caracterizan a los usuarios de la misma forma, tal y como se expone en el Anexo 1. Información de los parámetros.

6.4.2. Demanda máxima proyectada

Para llevar a cabo el cálculo de la demanda máxima de energía por usuario las empresas proponen diversos métodos y valores tabulados para su cálculo; por lo que dependiendo de esto el cuadro calificativo es el siguiente:

Tabla 45. Calificación de las demandas máximas proyectadas dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	Demanda máxima diversificada para el número de clientes	De acuerdo al estrato y número de clientes	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Propone un conjunto de fórmulas, para el cálculo de demanda	Página 59 del pdf	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Tabla 4 de los 3 grupos de estratos	Página 78 del pdf de normas técnicas de instalaciones eléctricas	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 45, solo la Superintendencia de Electricidad de República Dominicana presenta una forma diferente de realizar este cálculo, cabe destacar que la CNEL proponía realizar el mismo análisis, tal y como se observa en la Tabla 64 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.4.3. Factor de Coincidencia

La empresa eléctrica de Colombia, propone el factor de coincidencia de acuerdo al estrato para que el cual se va a diseñar, la Empresa Eléctrica de Ecuador lo propone a través del factor de diversidad y al igual que la Empresa Eléctrica de República Dominicana, el cuadro de calificación obtenido se expone en la Tabla 46.

Tabla 46. Calificación del factor de coincidencia, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	Usa el factor de diversidad	De acuerdo al número de usuarios	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Coeficiente de Simultaneidad	Tabla 30 de la página 111 del pdf	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	De acuerdo al grupo de estratos, ecuación (3)	Página 79 del pdf	2

Fuente: Autor

6.4.4. Factor de sobrecarga

Los factores de sobrecarga obtenidos para las diferentes normativas de las empresas eléctricas, comparten diferencias expuestas en la Tabla 47.

Tabla 47. Calificación de los factores de sobrecarga dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	-----	Se busca no llegar a esas consideraciones de diseño, no se usa el factor	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	No debe superar el 20% de la capacidad del transformador	Página 26 del pdf	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	-----	No hace uso de ese factor	0

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 47, la superintendencia de República Dominicana es diferente a las demás debido a que exige que la carga debe ser máximo el 90% de la capacidad total de transformador, las otras empresas eléctricas no usan el factor, tal y como se observa en la Tabla 66 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.4.5. Porcentaje admisible de caída de tensión, media tensión

Todas las empresas eléctricas, cuentan con un formato para el cálculo de la caída de tensión en donde el proceso avanza de forma secuencial de una columna a

otra. Pero con los datos oficiales de las normas publicadas por algunas empresas eléctricas, la diferencia por caída de tensión se expone en la Tabla 48 y Figura 12.

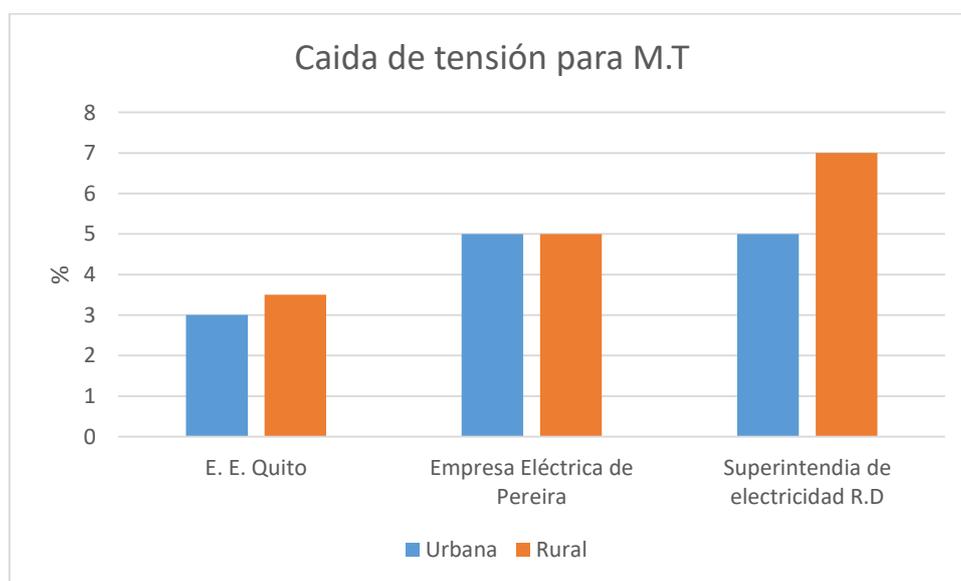


Figura 12. Comparación del porcentaje de caída de tensión (MT), dadas por las normativas
Tabla 48. Calificación del porcentaje de caída de tensión (MT), dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	Urbana = 3% rural = 3.5%	De acuerdo a zona de aplicación y a cambiador de taps bajo carga	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Urbano 5% y rural 7%	Tabla 32 de la página 113 del pdf	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	5%	Tabla 1 de la página 68 del pdf	1

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 48, todas las empresas cuentan con un porcentaje de caída de tensión admisible, sin embargo, la Empresa Eléctrica de Quito admite un menor porcentaje de caída de tensión (3% urbano y 3.5% rural), el resto de empresas impone un límite superior al 5%, ya sea urbano o rural, tal y como se observa en la Tabla 67 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.4.6. **Porcentaje admisible de caída de tensión, baja tensión**

Todas las empresas eléctricas, cuentan con un formato para el cálculo de la caída de tensión en donde el proceso avanza de forma secuencial de una columna a otra. Pero con los datos oficiales de las normas publicadas por algunas empresas eléctricas, el nivel de diferencia por caída de tensión se expone en la Tabla 49 y Figura 13.

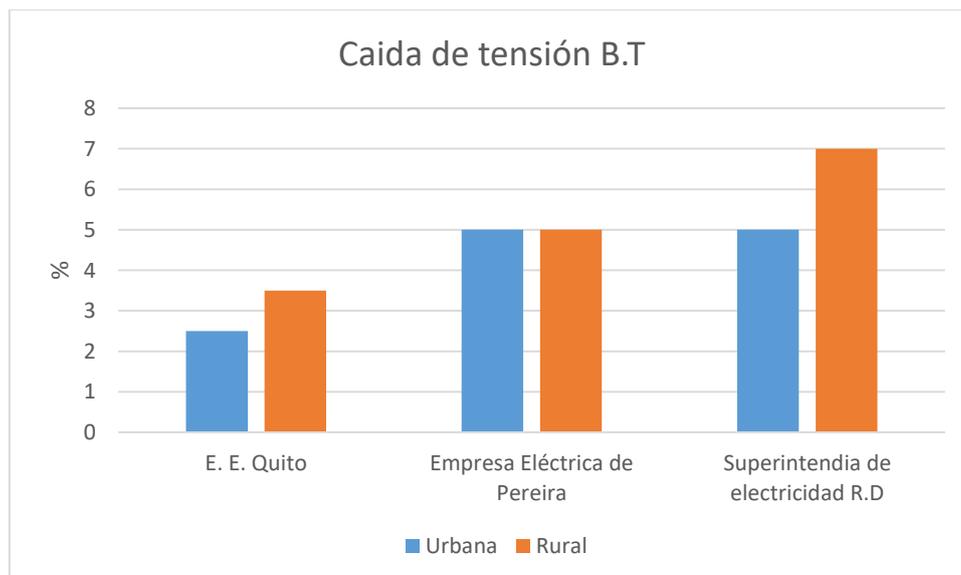


Figura 13. Comparación del porcentaje de caída de tensión (BT), dadas por las normativas

Tabla 49. Calificación del porcentaje de caída de tensión (BT), dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	Urbana = 2,5% Rural = 3.0%	De acuerdo a zona de aplicación y a cambiador de taps bajo carga	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	5%	Página 118 del pdf	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	5%	Tabla 1 de la página 68 del pdf	1

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 49, todas las empresas cuentan con un porcentaje de caída de tensión admisible para baja tensión, sin embargo, en el caso de la superintendencia de electricidad de República Dominicana permite una caída de tensión del 5%, el resto de empresas impone un límite máximo del 3%, tal y como se observa en la Tabla 68 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.4.7. Porcentaje admisible de caída de tensión, subterráneas

En este caso, la Empresa Eléctrica de Quito considera el mismo límite de sobrecarga de las redes aéreas para las redes de distribución subterránea en sus normativas vigentes, por otro lado, las empresas eléctricas internacionales establecen un límite de sobrecarga menor al 3%, quedando el cuadro calificativo de la Tabla 50.

Tabla 50. Calificación del porcentaje de caída de tensiones subterráneas, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	-----	Igual que en las redes aéreas	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	3%	Tabla 32 de la página 113 del pdf	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	2.5%	Tabla 1 de la página 68 del pdf	2

Fuente: Autor

6.4.8. Capacidad de seccionador de fusible

La Empresa Eléctrica de Quito se basa en el catálogo de estructuras, dado por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, y en el caso de las empresas internacionales, predisponen un seccionador dependiendo de la aplicación, sin embargo, de manera general predisponen que el seccionador sea de 100 A. Por lo tanto, al no existir diferencia el cuadro de calificación obtenido es el que se expone en la Tabla 51 y Figura 14.

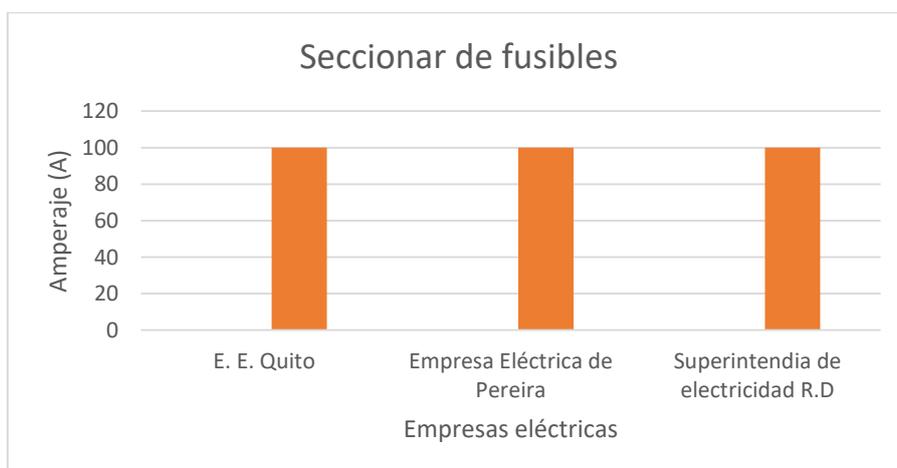


Figura 14. Comparación del seccionador de fusible, dadas por las normativas

Tabla 51. Calificación del seccionador de fusible, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	100 A y dependiendo de la capacidad de la instalación	De acuerdo al código de estructuras del Ministerio de energía y Mina	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	100 A	Página 158 del pdf	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	100 A	Página 257 del pdf	2

Fuente: Autor

6.4.9. Fórmulas para el cálculo del esfuerzo útil del poste

La Empresa Eléctrica de Quito se basa en el catálogo de estructuras, dado por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, además establece los esfuerzos admisibles límites que debe soportar cada poste. Por otro lado, las empresas internacionales presentan su propia metodología para el cálculo de esfuerzo del poste. La calificación se detalla en la Tabla 52.

Tabla 52. Calificación del cálculo del esfuerzo útil del poste, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	Otorga el esfuerzo límite por la aplicación de cada poste	A-14-04. Selección de Postes	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17	Especifica la estructura a utilizar para cada caso, página 92	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Ecuación 1	Página 126 del pdf	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 52, todas las empresas eléctricas no especifican el cálculo del esfuerzo máximo de los postes a excepción de la Empresa eléctrica de Pereira, sin embargo las demás empresas eléctricas detallan la estructura a usar, tal y como se observa en la Tabla 71 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.4.10. Cálculo del vano y nivel de vano admisible

La Empresa Eléctrica de Quito se basa en el catálogo de estructuras, dado por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, en donde se especifica la longitud el vano a implementar, a diferencia de la empresa eléctrica de Colombia y República dominicana la cual si presenta su propia metodología y límites de vanos admisibles debido a las condiciones climáticas, como es el caso de la presencia de huracanes en República Dominicana. Sin embargo, los valores se encuentran limitados por su aplicación y se detallan en la Tabla 53.

Tabla 53. Calificación de las longitudes de vano, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	Requerimiento entre postes 50 m	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Dependiendo de la aplicación 5m, 12m y 14 m	Tabla 1 de la página 137 del pdf	1
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Dependiendo de la aplicación 30m, 45m	Página 110 del pdf	2

y 50m, rurales 60 y
70 m

Fuente: Autor

6.4.11. Longitud de acometidas

Todas las empresas eléctricas especifican las dimensiones y condiciones necesarias para la instalación de las acometidas. La calificación se detalla en la Tabla 54.

Tabla 54. Calificación de las longitudes de acometidas, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	Longitud 30 m urbano y 60 m, rural, diámetros de tuberías, caída de tensión 1%	A-12-05	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Longitud 50 m, diámetros de tuberías, especifica el conductor a utilizar	Página 117 del pdf	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Longitud 50m, diámetros de tuberías, caída de tensión 1%	Página 352 de las normas técnicas	2

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 54, la Empresa Eléctrica de Quito no presenta ninguna diferencia en este parámetro con las demás empresas eléctricas; sin embargo la empresa eléctrica de Pereira predispone las dimensiones de las cajas, tuberías y distancias para la ubicación de las acometidas; y la Superintendencia de Electricidad recalca el calibre de conductor a utilizar para cada caso, tal y como se observa en la Tabla 73 del Anexo 1. Información de los parámetros.

6.4.12. Dimensiones de cabinas, pozos y zanjas

La Empresa Eléctrica de Quito especifica las dimensiones y condiciones necesarias para la construcción de cabinas, pozos y zanjas. La calificación se detalla en la Tabla 55.

Tabla 55. Calificación de dimensiones de cabinas, pozos y zanjas, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	Planos detallados de dimensiones de pozos, zanjas y minas	De acuerdo al código de estructuras del Ministerio de energía y Mina	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Detalle de pozos y zanjas	Desde la página 146 del pdf	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Basados en la RETIE	Desde la página 423 de la normativa	2

Fuente: Autor

De acuerdo a la Tabla 55, la empresa eléctrica de Quito es la única empresa que especifica las dimensiones o condiciones de construcción de pozos, cabinas y zanjas. Por otro lado, la empresa eléctrica de Pereira no presenta información sobre las zanjas y la superintendencia de electricidad no presenta información sobre el dimensionamiento de cabinas, tal y como se observa en el Anexo 1. Información de los parámetros.

6.4.13. Cálculo de alumbrado público

Las empresas eléctricas que cuentan con su propia normativa, en donde especifican los parámetros, factores y métodos para el cálculo fotométrico y de iluminación en el área de concesión. La comparación entre semejanzas y diferencias se exponen en la Tabla 56.

Tabla 56. Calificación del cálculo de alumbrado público, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	Simbología específica y selección del sistema de acuerdo al requerimiento	A-11.10	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Alumbrado público, metodología y parámetros a considera	Desde la página 120 del pdf	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	A consideración del diseñador y software a utilizar	Consideraciones del RITE, dadas en la página 423	1

Fuente: Autor

De acuerdo a la Tabla 56, todas las empresas eléctricas cuentan con un sistema de cálculo de iluminación, respetando el nivel mínimo de lúmenes para condición, sin embargo, solo la Superintendencia de electricidad de República Dominicana analiza la eficiencia de las luminarias como lo hace la EERSSA, como se expone en el Anexo 1. Información de los parámetros.

6.4.14. Caídas de tensión por alumbrado público y esquemas de control

Todas las empresas eléctricas que cuentan con su propia normativa, especifican un límite de caída de tensión para la red de alumbrado público, sin embargo, todas las empresas eléctricas hacen uso de un sistema de control de iluminación pública por luz piloto y fotoceldas; la calificación se expone en la Tabla 57.

Tabla 57. Caídas de tensión y esquemas de alumbrado público, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	3 %, luz piloto o fotocelda	Tabla A-11-7 y Tabla A-11-8	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	5 %, luz piloto o fotocelda	Tabla 32 de la página 113 del pdf	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	No especifica	Tabla 1 de la página 68 del pdf	0

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 57, la Superintendencia de electricidad de República Dominicana no proporciona un valor mínimo de caída de tensión admisible, pero en sus cálculos establece la arquitectura de la red. La caída de tensión admitida por la empresa eléctrica de Quito es del 3% y la admitida por la empresa eléctrica de Pereira es del 5%. El sistema de control para todas las empresas eléctricas es el mismo, tal y como se observa en el Anexo 1. Información de los parámetros.

6.4.15. Factor de potencia

La empresa eléctrica de Quito en su propia normativa específica que el factor de potencia mínimo requerido es de 0.92, la empresa eléctrica de Pereira establece un factor de potencia de 0.9 y la superintendencia de electricidad de República Dominicana establece un factor de potencia mínimo de 0.95, por tanto, el cuadro calificativo se expone en la Tabla 58 y Figura 15.

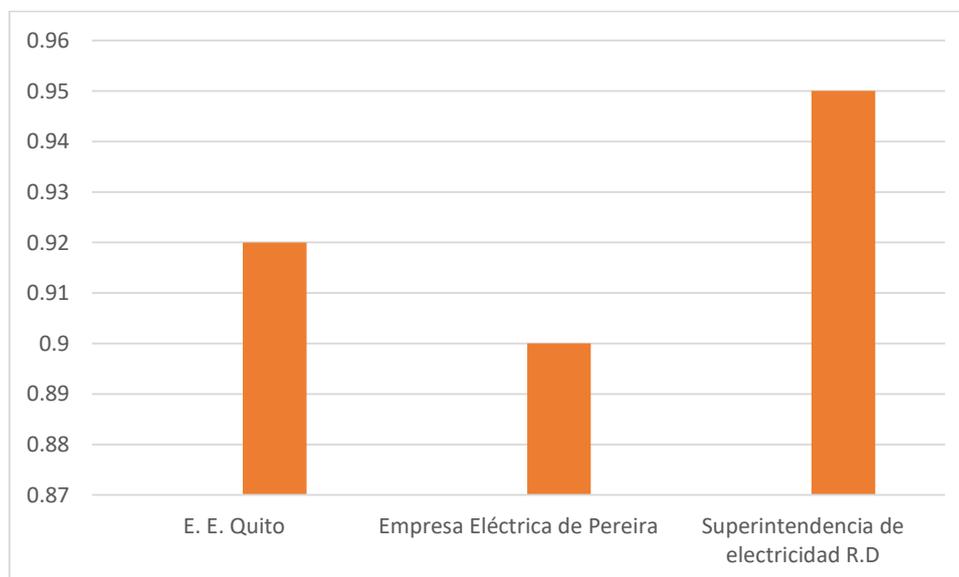


Figura 15. Comparación del factor de potencia dada por las normativas.

Tabla 58. Caídas de tensión y esquemas de alumbrado público, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	0,92	A-11.04	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	0,95	Página 11 del pdf	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	0,9	Tabla a2 de la página 76	2

Fuente: Autor

6.4.16. Puesta a tierra

Todas las empresas eléctricas en su normativa especifican las dimensiones y características de instalación para un sistema de puesta a tierra. La empresa eléctrica de Quito plantea utilizar una varilla copperweld de 2,4 m o de 1,8 m con suelda exotérmica; la superintendencia de electricidad de República Dominicana exige utilizar una varilla de cobre con alma de acero de 2,4 y la empresa eléctrica de Pereira exige utilizar varillas de cobre, acero inoxidable o acero con recubrimiento de 2,4 m. Por lo tanto, el cuadro calificativo de diferencia se muestra en la Tabla 59.

Tabla 59. Comparación de puesta a tierra, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Observación	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	Copperwell de 1,8 m	A-12.10	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Cobre con alma de acero de 2,4 m	Página 102 de la normativa	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Cobre, acero inoxidable, acero con recubrimiento 2,4m	Tabla de electrodos de la página 77 de la normativa	2

Fuente: Autor

En la Figura 16 se detalla una comparación entre las principales empresas eléctricas de Ecuador y dos empresas eléctricas de otros países, del valor máximo de resistencia que exige la normativa según el campo de aplicación.

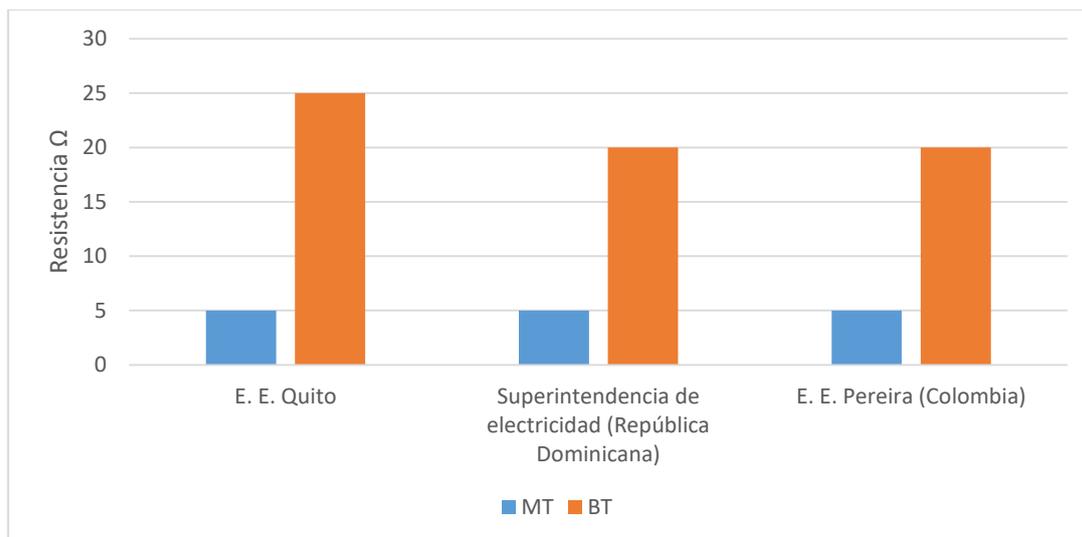


Figura 16. Comparación de valor de resistencia máxima dada por las normativas.

6.4.17. Formatos de presentación y planos de dimensionamiento

La Empresa Eléctrica de Quito cuenta con su propio formato para la presentación de memoria técnica, planos del proyecto, anexo del detalle del cálculo de caída de tensión y presentación de presupuestos. Sin embargo, la Empresa Eléctrica de Pereira y la superintendencia de electricidad de República Dominicana, mencionan memoria técnica, requisitos a presentar y un formato de los planos del proyecto; como se muestra en la Tabla 60.

Tabla 60. Formatos de presentación de anexos y planos, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	Detalla cómo van los formatos de planos, contenido de la memoria técnica y anexos, y formato para el cálculo de caídas de tensiones	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Detalla cómo van los formatos de planos, contenido de la memoria técnica y anexos, pero no un formato para el cálculo de caídas de tensiones	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Detalla cómo van los formatos de planos, contenido de la memoria técnica y anexos, pero no un formato para el cálculo de caídas de tensiones	2

Fuente: Autor

6.4.18. Distancia mínima de seguridad entre conductores

Todas las empresas eléctricas determinan una distancia de seguridad entre conductores y las redes de distribución con las viviendas, edificios o árboles; la Empresa Eléctrica de Quito basa sus requerimientos en lo exigido en la norma CONELEC-002/10,

la empresa eléctrica de Pereira basa su condiciones con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas de Colombia (RITE) y le Superintendencia de electricidad de República Dominicana tiene un capítulo completo de las distancias de seguridad entre las líneas de energía eléctrica y varios elementos; quedando el cuadro como el que se muestra en la Tabla 61.

Tabla 61. Distancias de seguridad, dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Calificación
Empresa Eléctrica de Quito	Si tiene y especifica lo dado por CONELEC-002/10	2
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Da una fórmula para calcular y tiene una postulación de distancias completa	2
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Se basa en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas de Colombia	2

Fuente: Autor

Cabe destacar que ninguna empresa eléctrica, bajo ningún concepto permite el paso de las redes de distribución sobre las viviendas.

6.4.19. Resumen de calificaciones

Después de haber realizado la sumatoria en todas las normativas, la que mayor puntaje presenta es la Empresa eléctrica de Quito asemejándose con la mínima diferencia con Superintendencia de Electricidad de República Dominicana, mientras que el menor puntaje de presenta es la Empresa Eléctrica de Pereira, tal y como se puede observar en la Tabla 62 y la Figura 18.

Tabla 62. Total, del nivel de calificación de las normativas de las empresas comparadas.

Empresas eléctricas	EEQ	Empresa Eléctrica de Pereira	Superintendencia de electricidad R. D
Parámetros diseño			
Especificación estrato	2	2	2
Demanda máxima proyectada	2	2	2
Factor de coincidencia	2	2	2
Factor de sobrecarga	2	0	2
% Caída de tensión MT	2	1	2

% Caída de tensión BT	2	1	2
% Caída de tensión subterráneas	2	2	2
Seccionador de fusible	2	2	2
Esfuerzo útil del poste	2	2	2
Nivel vano admisible	2	2	1
Longitud acometida	2	2	2
Dimensiones cabinas, pozos y zanjas	2	2	2
Alumbrado Público	2	1	2
Caída de tensión alumbrado público	2	0	2
Factor de potencia	2	2	2
Puesta a tierra	2	2	2
Formatos presentación planos	2	2	2
Distancia mínima de seguridad conductores	2	2	2
Total	36	29	35

Fuente: El autor.

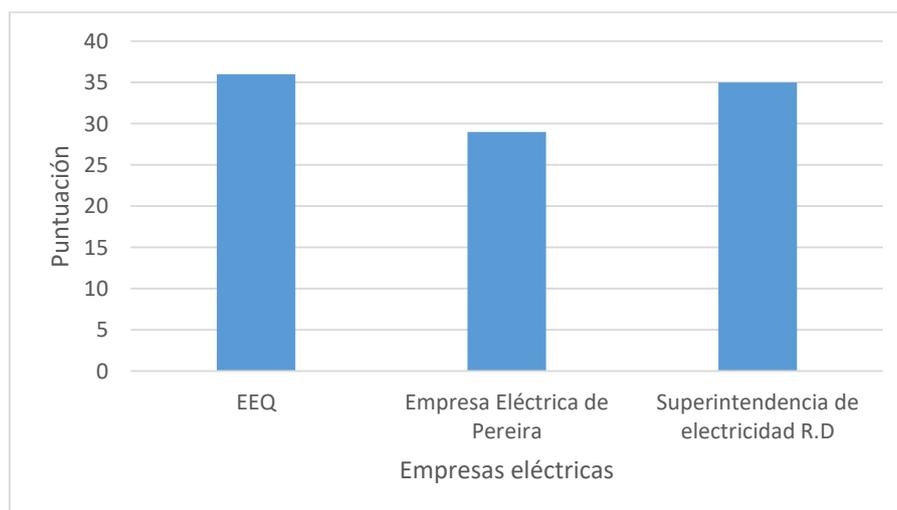


Figura 17. Calificación normativa ecuatoriana con normativas internacionales.

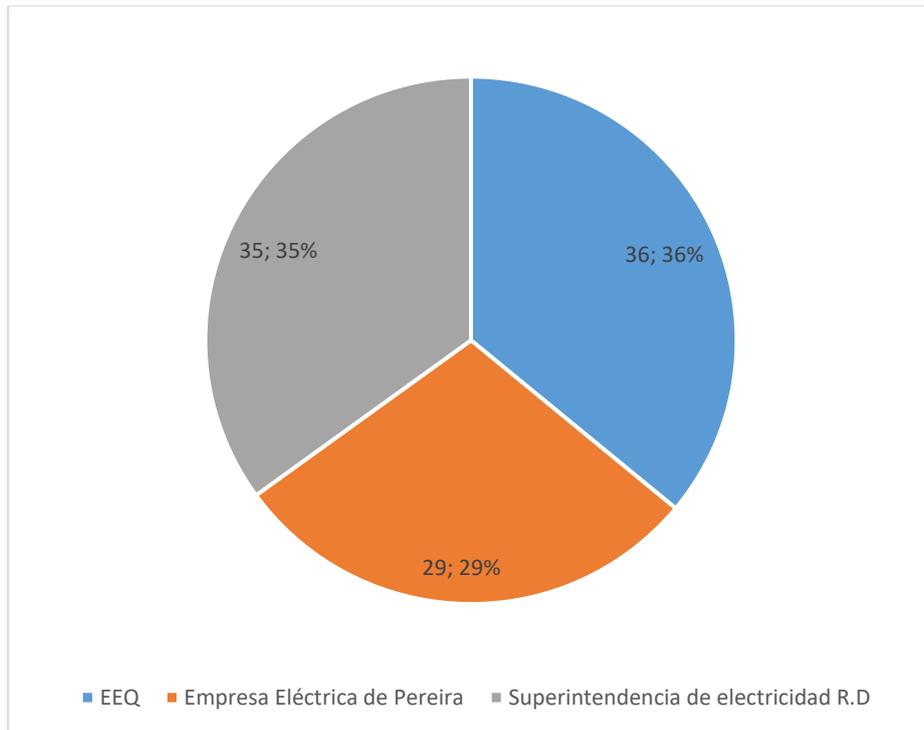


Figura 18. Porcentajes de diferencia de una normativa ecuatoriana con normativas internacionales.

7. Discusión

La presente investigación tiene como objetivo principal analizar las metodologías para el diseño y construcción de redes eléctricas de media y baja tensión, vigentes en el Ecuador; de la misma forma comparar con las metodologías vigentes internacionales. Para ello se planteó un método comparativo por medio de una calificación que nos permita identificar la diferencia entre cada parámetro de diseño.

El presente trabajo de titulación parte con la recopilación y análisis bibliográfico, en donde se identifica principalmente que el servicio de energía eléctrica se encuentra suministrado por 10 empresas distribuidoras; en donde, la Corporación Nacional de Electricidad ocupa una mayor área de concesión. De la misma forma, se identifica que cinco empresas eléctricas no cuentan con una normativa o guía metodológica para el diseño de redes de distribución para media y baja tensión, estas son: La empresa eléctrica de Azogues, la empresa eléctrica de Cotopaxi, la empresa eléctrica de Galápagos, la empresa eléctrica EMELNORTE y la empresa eléctrica de Riobamba. Por otro lado, se identificaron los parámetros necesarios para el diseño, aprobación y construcción de proyectos eléctricos, así como los principales aspectos a tomar en cuenta para calificar los formatos de cada metodología. Finalmente, se tomó en cuenta la aplicación del método de escala gráficas, cuya calificación se emplea para medir una amplia gama de comportamientos que se requieren para la eficiencia del servicio.

Considerando los requerimientos necesarios para llevar a cabo un proceso de diseño de distribución en media y baja tensión, y las normativas nacionales vigentes; se aplicó el método de escalas gráficas para obtener la normativa que mayor puntuación presenta con respecto a las demás; dando como resultado que las Normas para sistemas de Distribución Parte A de la empresa eléctrica de Quito es la normativa que mayor puntuación presenta con respecto a las demás, tal y como se puede observar en la Figura 10, seguida de la normativa propuesta por la Empresa Eléctrica Regional del Sur, por la cual se la utilizó la guía de diseño de la empresa eléctrica de Quito para compararla con respecto a las normativas internacionales.

Considerando la diferencia que puede existir entre dos propuestas para un mismo parámetro, los requerimientos necesarios para llevar a cabo un proceso de diseño de distribución en media y baja tensión, y las normativas nacionales vigentes e internacionales; se aplicó también el método de escalas gráficas para obtener la normativa que mayor calificación presenta con respecto a las demás; dando como resultado que las Normas para sistemas de Distribución (Parte A) de la Empresa Eléctrica de Quito es la normativa que mayor calificación presenta con respecto a las

demás, como se puede observar en la Figura 17. Comparando esta normativa con respecto a las normativas internacionales (Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas de la empresa ubicado en el departamento de Pereira Colombia y las normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución áreas de la Superintendencia de Electricidad de República Dominicana) expuestas en el Anexo 1. Información de los parámetros.

8. Conclusiones

La presente investigación fue de carácter cualitativo, debido que a través de la metodología planteada se cumplió con el análisis de las metodologías para el diseño y construcción de redes eléctricas de media y baja tensión, vigentes en el Ecuador; se identifica el nivel existente entre los parámetros de diseño de cada normativa existente.

Se identifica las normativas vigentes en el país para el diseño y construcción de redes eléctricas de media y baja tensión, se determina que estas normativas contienen los formatos requeridos para la presentación de anexos, cálculos de caídas de tensión, formato de planos, requisitos para la aprobación de proyectos eléctricos y reglamentos internos de las diferentes empresas eléctricas del país analizadas; sin embargo, la empresa eléctrica que menos información dispone es la empresa eléctrica de Galápagos, además, cuatro empresas eléctricas no cuentan con una normativa y guía de diseño de redes de distribución.

A través de la metodología propuesta y haciendo el uso del método de escalas gráficas, se comparó la similitud y diferencias de las normativas vigentes en el país para el diseño y dimensionamiento de redes eléctricas de media y baja tensión; para ello se evaluó el nivel de diferencia existente entre cada parámetro, dando como resultado que la norma de la empresa eléctrica de Quito presenta mejor puntuación a nivel nacional.

Con la información que proporciona la normativa de la Empresa Eléctrica de Quito se califica con dos normativas de diseño y dimensionamiento de redes eléctricas de media y baja tensión internacionales para identificar similitudes y diferencias; las cuales fueron las normas de la Superintendencia de electricidad de República y de la empresa de energía de Pereira (Colombia), siendo esta última la que menos puntuación presentó con respecto a las demás.

9. Recomendaciones

- Plantear una metodología, haciendo uso de las normativas vigentes a nivel del Ecuador, para las empresas eléctricas que no poseen una guía metodológica para el diseño, construcción y aprobación de proyectos de distribución de redes de media y baja tensión.
- Homologar las condiciones ambientales y geográficas de un sector, para aplicar las normativas de diseño, construcción y aprobación de un proyecto eléctrico; para determinar diferencias a nivel presupuestario y estructural.
- Homologar las condiciones ambientales y geográficas de un sector nacional con otro perteneciente al departamento de Pereira y del territorio de República Dominicana, para aplicar las normativas de diseño, construcción y aprobación de un proyecto eléctrico; para determinar diferencias a nivel presupuestario y estructural.

10. Bibliografía

Carlos H. Endara Romero. (1981). *Redes Subterráneas de Distribución* [Trabajo de titulación, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8824/3/T904.pdf>

Carpio Pauta, D. S., & Marín Iñiguez, D. F. (2017). "INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN E INSTALACIONES INTERIORES APLICABLES EN LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A." [Trabajo de titulación]. UNIVERSIDAD DE CUENCA.

Casadesús, R. (2014). La estratificación social como la fuerza principal del cambio social. *Ars Brevis*, 6(30), 12.

CENTROSUR. (2013). *ACOMPañAMIENTO PARA EL DISEÑO DE REDES SOTERRADAS Y CONSOLIDACIÓN DE LA NORMATIVA NACIONAL ASOCIADA*. CENTROSUR. <https://www.centrosur.gob.ec/disenio-e-redes-soterradas/>

CENTROSUR. (2022). *Compromiso Disciplina*. CENTROSUR. <https://www.centrosur.gob.ec/somos/#:~:text=Suministrar%20el%20servicio%20p%C3%BAblico%20de,e%20implantaci%C3%B3n%20de%20nuevas%20tecnolog%C3%ADas.>

CNEL. (2022). *Extensión de Redes, Iluminación, Acometidas y Medidores en la COOP. SAN ALEJO Sector Monte Sinaí* (Diseños eléctricos, p. 21) [Memoria técnica]. CNEL. https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2017/04/memoria_senplades_san_alejo01404750016522959561.pdf

Comité de Homologación de Materiales. (2012). *Especificación Técnica para Nombre del Material*. EDENORTE. https://edenorte.com.do/download/fichas_tecnicas/postes/EETT0071B-ESPECIFICACION-TECNICA-POSTES-DE-HORMIGON-ARMADO-VIBRADOS.pdf

Distancias de seguridad, Regulación N.º 002/10, CONELEC (2020). <http://orellana.gob.ec/docs/LOTAIP/literal-a2/REGULACION-002-10.pdf>

Corporación Nacional de Electricidad. (2015). *Estructura Orgánica de Gestión Organizacional por Procesos*. Corporación Nacional de Electricidad. file:///C:/Users/InnoVausuario/Downloads/Estatuto-Organico_CNEL.pdf

Corporación Nacional de Electricidad. (2022). *¿Quiénes Somos?* Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables. <https://www.cnelep.gob.ec/quienes-somos/>

Cortés Flores, N. (2022). *Descubre qué es un cuadro comparativo y aprende a analizar a tu competencia.* Future of people. <https://www.crehana.com/blog/negocios/que-es-un-cuadro-comparativo/>

ELECGALAPAGOS. (2022). *Quiénes somos.* Empresa Eléctrica Galápagos [En línea]. ELECGALAPAGOS. <https://www.elecgalapagos.com.ec/quienes-somos/>

ELEPCOSA. (2022). *Que es elepcosa* [En línea]. ELEPCOSA. <https://elepcosa.com.ec/nosotros/>

EMELNORTE. (2022). *Quiénes somos.* EMELNORTE. EMELNORTE. <https://www.emelnorte.com/eern/index.php/quienes-somos/>

Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. (2022). *Quiénes Somos.* Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. <https://www.eeasa.com.ec/presentacion/>

Empresa Eléctrica de Azogues. (2022). *La institución.* Gobierno Nacional de la República del Ecuador. <https://www.eea.gob.ec/la-institucion/>

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO. (2022). *Nosotros.* EMPRESA ELÉCTRICA QUITO. <http://www.eeq.com.ec:8080/nosotros/planificacion>

Empresa Eléctrica Regional del Sur S. A. (2012). *NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS URBANAS Y RURALES* (Primero, Vol. 1). Empresa Eléctrica Regional del Sur S. A. http://www.eerssa.gob.ec/eerssa/lotaip/2017/noviembre/archivos/a3/Normas_tecnicas_para_el_diseno_de_redes_electricas_urbanas_y_rurales.pdf

EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA. (2022). *La Institución* [En línea]. <https://www.eersa.com.ec/site/la-institucion/>

Energía de Pereira. (2015). *Empresa de Energía de Pereira S. A. E. S. P.* Energía de Pereira. https://www.eep.com.co/images/stories/normatividad/Normas_Tecnicas_de_Instalaciones_Electricas.pdf

García Carchi, J. C., & García Romero, Á. R. (2021). *ANÁLISIS DEL NIVEL DE VOLTAJE ENTREGADO POR LA SUBESTACIÓN SANTA LUCÍA CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIOS GUAYAS - LOS RÍOS* [PROYECTO DE TITULACIÓN, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA]. file:///C:/Users/InnoVausuario/Downloads/UPS-GT003148.pdf

Juan M. Astorga Gómez. (2013). Análisis estadístico de la caída de tensión en un sistema eléctrico de baja tensión. *Ingeniería Energética*, 34(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012013000200007

Juárez Cervantes, J. D. (1995). *Sistemas de distribución de energía eléctrica* (Primera, Vol. 1). UNIDAD AZCAPOTZALCO.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES. (2018). *Plan Maestro de Electricidad*. MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES. <https://www.rekursosyenergia.gob.ec/plan-maestro-de-electricidad/>

Narvaez Lopez, Y. E., & Prado Linero, K. D. (2012). *DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA Y BAJA TENSION PARA LA NORMALIZACIÓN DEL BARRIO EL PIÑONCITO DE CAMPO DE LA CRUZ*. UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC. <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/632/1140826625%20-%2072298776.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Qianqian, F. (2016). *DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA SOBRECARGA ADMISIBLE DE CORTA DURACIÓN EN UN TRANSFORMADOR* [Trabajo de titulación, Universidad Carlos III de Madrid]. https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/23629/TFG_Fu_Qianqian_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ramírez Castaño, S. (2004). *Redes de Distribución de Energía* (Tercera, Vol. 3). Universidad Nacional de Colombia.

Reasco Mora, G. F. (2013). *Aprobación del proyecto eléctrico para el alumbrado público en la calle Wanmilka Rumiñahui* (Memoria técnica N.º 467; Diseños eléctricos, p. 11). EMELNORTE. file:///C:/Users/InnoVausuario/Downloads/6656329.pdf

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017). *TRANSFORMADORES DE ENERGÍA – PARTE 2: ELEVACIÓN DE TEMPERATURA DE TRANSFORMADORES*

SUMERGIDOS EN LÍQUIDO (IEC 60076-2:2011, IDT).
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iec_60076-2.pdf

Simeon Pucuhuayla. (2019). *Ubicación óptima del seccionador fusible para mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico rural de Ayacucho* [Trabajo de titulación, Universidad Nacional del Centro de Perú].
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5254/T010_72146041_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución, Superintendencia de Electricidad, 1 NRD-AE 224 (2015).
<https://es.scribd.com/document/461831385/V-1-NORMAS-DE-DISENO-Y-CONSTRUCCION-PARA-REDES-ELECTRICAS-DE-DISTRIBUCION-AREAS-10-233-pdf#>

11. Anexos

Anexo 1. Información de los parámetros.

Tabla 63. Estratos de las normativas analizadas

Empresas eléctricas	Especificación de los estratos	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	Tipo I; Tipo II; Tipo III	"Procedimiento para la aprobación de proyectos eléctricos, recepción y energización de infraestructura eléctrica	Cap. 5; Pág. 17 Figura 19
Empresa Eléctrica Ambato	A, B, C, D, E y F	Guías de diseño parte III	Cap. 3.1; Pág. 8 Figura 27
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	A1, A, B, C, D, E	Construcción de proyectos de distribución eléctrica en el área de cobertura de la zona 3	Cap. 3; Pág. 8. Figura 43
Empresa Eléctrica de Quito	A1, A, B, C, D, E	Normas para sistemas de distribución parte A	Sección A-11 Pág. 94 Figura 62
Empresa Eléctrica Regional del Sur	A, B, C, D, E, F, G, Y H	Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Cap. 3.2; Pág. 5 Figura 81
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Usuarios según tipo urbano y rural	Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución	Cap. 6 Pág. 110 Figura 87
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	1-2, 3-4, 5-6	Normas I Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P.	Cap. 8; Pág. 78 Figura 97

Fuente: El Autor

Tabla 64. Demanda máxima proyectada de las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	Cálculo de la demanda con proyección 5 a 10 años según sea el tipo de proyecto	Procedimiento para la aprobación de proyectos eléctricos, recepción y energización de infraestructura eléctrica.	Pág. 4 Figura 19
Empresa Eléctrica Ambato	Demanda diversificada para el número de clientes	Guía de diseño parte III	Anexo 3 Pág. 40 Figura 28, Figura 29
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Demanda diversificada para el número de clientes	Anexo aparte o anexos de la guía de aplicación	Tabla 4.1 Pág. 60 Figura 44, Figura 45, Figura 46, Figura 47, Figura 48
Empresa Eléctrica de Quito	Según número de usuarios y tipo de estrato	Normas para sistemas de distribución parte A. Guía para diseño de redes para distribución	Tabla A-11 Pág. de la 95-98 Figura 63
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Demanda diversificada para el número de clientes urbano o rural	Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 6 y página 42 Figura 81
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Demanda proyectada según tipo de cliente	Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución tomo i. "redes de distribución aéreas"	Página 18 Figura 88
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Según grupos de estratos y número de usuarios	Normas técnicas de instalaciones eléctricas	Tabla 4 Página 78-79 Figura 97

Fuente: El Autor

Tabla 65. Factor de coincidencia de las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	-----	A consideración del proyectista	
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Propone un factor de coincidencia de acuerdo al tipo de carga en media y baja tensión	Instructivo para la elaboración de diseños de redes de distribución e instalaciones interiores aplicables en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A	Tabla 3.1, pág. 40 y tabla 4.2, pág. 61 Figura 49, Figura 50
Empresa Eléctrica de Quito	Usa el factor de diversidad de acuerdo al número de usuarios	Normas para sistemas de distribución parte A. Guía para diseño de redes para distribución	Apéndice A-11-B1 de la página 114 y Apéndice A-11-D1 de la página 118 Figura 64
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Propone una fórmula exponencial (exponente -0,0944) de acuerdo al número de usuarios	“Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 6
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Coeficiente de Simultaneidad	Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución tomo i. “redes de distribución aéreas	Tabla 30 de la página 111 del pdf Figura 89
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	De acuerdo al grupo de estratos, ecuación (3)	Normas técnicas de instalaciones eléctricas. I; Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P.	Tabla 4 página 79

Fuente: El Autor

Tabla 66. Factor de sobrecarga de las empresas eléctricas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	A consideración del proyectista	-----	
Empresa Eléctrica Ambato	Propone un 30% de sobrecarga	Guía 2021 parte 3	Cap. 3.7 Página 10
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Propone un factor de sobrecarga de 0,8	Instructivo para la elaboración de diseños de redes de distribución e instalaciones interiores aplicables en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A	Cap. 4.3.3; Página. 70
Empresa Eléctrica de Quito	Se busca no llegar a esas consideraciones de diseño, no se usa el factor	-----	-----
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Propone un factor de sobrecarga según categoría del estrato	Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 7 Figura 83
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	No debe superar el 20% de la capacidad del transformador	Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución tomo i. "redes de distribución aéreas	Página 26
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	-----	No hace uso de ese factor	----

Fuente: El Autor

Tabla 67. Porcentaje de caída de tensión para media tensión

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	6%	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	--
Empresa Eléctrica Ambato	No excede el 1% en acometidas	Guía 2021 parte 3	Página 22
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Urbana 6% rural 4,5%	Instructivo para la elaboración de diseños de redes de distribución e instalaciones interiores aplicables en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A	Página 77
Empresa Eléctrica de Quito	Urbana 3% rural 3.5%	Normas para sistemas de distribución parte A. Guía para diseño de redes para distribución	Tabla A-11-5 y Tabla A-11-6 Pág. 103 Figura 66, Figura 67
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Urbana 3.5% rural 7.0%	Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 8
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Urbano 3% y rural 2%	Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución tomo I. "redes de distribución aéreas	Tabla 9 de la página 80 Figura 90
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	1.5%	Normas técnicas de instalaciones eléctricas. I; Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P.	Página 141 Figura 98

Fuente: El Autor

Tabla 68. Porcentaje de caída de tensión para baja tensión

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	8%	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	--
Empresa Eléctrica Ambato	1%	Guía 2021 parte 3	Página 19
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Urbana 6% rural 4,5%	“Instructivo para la elaboración de diseños de redes de distribución e instalaciones interiores aplicables en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A	Pág. 77
Empresa Eléctrica de Quito	Urbana 2,5% rural 3.5%	Normas para sistemas de distribución parte A. Guía para diseño de redes para distribución	Tabla A-11-7 A-11-8 Figura 68, Figura 69
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Urbana 4.5% rural 5.5%	Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 8
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	3% en cable trenzado 5% en cable más acometida	Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución tomo i. “redes de distribución aéreas”	Página 118 Figura 91
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	5%	Normas técnicas de instalaciones eléctricas. I; Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P.	Tabla 1 de la página 68 Figura 98

Fuente: El Autor

Tabla 69. Porcentajes de caídas de tensión para redes subterráneas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	Igual que en las redes aéreas	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	--
Empresa Eléctrica Ambato	Igual que en las redes aéreas	Guía 2021 parte 3	Página 23
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Para medio y bajo voltaje usa el 3%	“Instructivo para la elaboración de diseños de redes de distribución e instalaciones interiores aplicables	Página 100

			en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A
Empresa Eléctrica de Quito	Igual que en las redes aéreas		Normas para sistemas de distribución parte A. Guía para diseño de redes para distribución
			Apéndice A-12-C Y A-12-C1 Página 139 y 142 Figura 70, Figura 71
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Igual que en las redes aéreas		Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales
			Página 8
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	3%		Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución tomo i. "redes de distribución aéreas"
			Tabla 32 de la página 113 Figura 91
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	2.5%		Normas técnicas de instalaciones eléctricas. I Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P.
			Tabla 1 de la página 68 Figura 98

Fuente: El Autor

Tabla 70. Capacidad del seccionador de fusible

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	100 A	De acuerdo al código de estructuras del Ministerio de energía y Mina	----
Empresa Eléctrica Ambato	100 A	De acuerdo al código de estructuras del Ministerio de energía y Mina	Pág. 26-30-48 Figura 30, Figura 31, Figura 32, Figura 33
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Seccionadores Clase 25 kV 100 A	"Instructivo para la elaboración de diseños de redes de distribución e instalaciones interiores aplicables en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A	Tabla 4.5 – 4.6 Página 72 Figura 51, Figura 52

Empresa Eléctrica de Quito	100 A y dependiendo de la capacidad de la instalación	Normas para sistemas de distribución parte A. Guía para diseño de redes para distribución	Tabla A-13-2 Página 153 Figura 72
Empresa Eléctrica Regional del Sur	100 A	“Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 11
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	100 A, 200A	Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución tomo i. “redes de distribución aéreas	Tabla 25 Página 103 Figura 92
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	100 A	Normas técnicas de instalaciones eléctricas. I Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P.	Tabla 4 Página 257 Tabla 2 Página 470 Tabla 5 Página 477 Figura 99, Figura 100, Figura 101

Fuente: El Autor

Tabla 71. Cálculo del esfuerzo del poste

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	No especifica el cálculo	-----	-----
Empresa Eléctrica Ambato	No especifica el cálculo	-----	-----
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	No especifica el cálculo	-----	-----
Empresa Eléctrica de Quito	Esfuerzo horizontal de acuerdo a longitud de poste	Normas para sistemas de distribución parte B. Guía para diseño de redes para distribución	Pág. 364-365 Figura 73, Figura 74
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Aplica fórmulas de diseño mecánico para esfuerzo útil del poste	“Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 12
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Especifica la estructura a utilizar para cada caso	Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución	Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17 página 92 Figura 93,

		tomo i. “redes de distribución aéreas	Figura 94, Figura 95
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Ecuación 1	Normas técnicas de instalaciones eléctricas. I Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P.	Página 126

Fuente: El Autor.

Tabla 72. Vano requerido

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	-----	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	----
Empresa Eléctrica Ambato	-----	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	----
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	-----	Se basa en el reglamento de la ARCONEL	----
Empresa Eléctrica de Quito	Vanos máximos Se determina según diámetro y esfuerzo del conductor	Normas para sistemas de distribución parte B. Guía para diseño de redes para distribución	Pág. 26 Pág. 359 Figura 75
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Para sistemas monofásicos y trifásicos	“Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 14 Figura 84
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	En zonas urbanas 30 m, 45 m y 50 m; En zonas rurales 60 y 70 m	Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución tomo i. “redes de distribución aéreas	Página 110
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	En media tensión en zonas urbanas el vano no excederá los 80 m	Normas técnicas de instalaciones eléctricas. I Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P.	Página 133 Tabla 1 Página 137 Tabla 4 Pág. 144 Figura 102, Figura 103

Fuente: El Autor

Tabla 73. Longitud para las acometidas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	Especifica longitud, pero si diámetros de tubería, separación, longitud de 3 o 6 metros	Manual para la instalación de la acometida y sistema de medición a los consumidores de CNEL EP	Página 9
Empresa Eléctrica Ambato	La caída de tensión no debe superar el 1%	Guía parte 3	Página 11
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	30m Urbana y 60m Rural	Instructivo para aprobación de diseños de instalaciones	Página 4
Empresa Eléctrica de Quito	Longitud 30 m urbano y 60 m, rural, diámetros de tuberías, caída de tensión 1%	Normas para sistemas de distribución parte a guía para diseño de redes para distribución	Sección A-12-05 Página 127
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Longitud urbano 30 m, rural 60 m	Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 17
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Longitud 50 m, diámetros de tuberías, especifica el conductor a utilizar	Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución tomo i. "redes de distribución aéreas"	Página 117
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	22 m para zona urbana; 3 % entre punto de derivación y medidor para zona rural y acometida subterránea será de 30 m	Normas técnicas de instalaciones eléctricas. I Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P.	Página 68-69 Página 353

Fuente: El Autor

Tabla 74. Dimensiones de cabinas, zanjas y pozos

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	Dimensiones para cámaras subterráneas y profundidad mínima 0.8 y dimensiones acordes al conductor	Manual para la instalación de la acometida y sistema de medición a los consumidores de CNEL EP	Página 37 – 38 Figura 20, Figura 21
Empresa Eléctrica Ambato	Especifica dimensiones con fórmulas para el ancho de zanja y propone dimensiones de acuerdo al tipo de pozo	Sección 2 manual de construcción del sistema de distribución eléctrica de redes subterráneas del ministerio de energía y minas	Página 10 – 13-15-24 Figura 34 Figura 35 Figura 36
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Especifica según tipo de pozos, y cámara según voltajes	Instructivo para la elaboración de diseños de redes de distribución e instalaciones interiores aplicables en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A.	Pág. 102 – 115 – 129 Figura 53 Figura 54 Figura 55 Figura 56
Empresa Eléctrica de Quito	Planos detallados de dimensiones de pozos, zanjas y minas	De acuerdo al código de estructuras del Ministerio de energía y Mina	Pág. 187 Figura 76 Figura 77
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Dimensiones netas de cabinas, zanjas y pozos	Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 22 Anexo 6-7-8 Página 49-50-51-52-53 Figura 85
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Detalle de pozos y zanjas	Normas de diseño y normas de diseño y construcción para redes ara redes eléctricas de distribución tomo i. “redes de distribución aéreas”	Pág.146
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Dimensiones netas de zanjas, pozos.	Normas técnicas de instalaciones eléctricas. I Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P.	Página 420 - 423 – 433 a 447 Figura 104

Fuente: El Autor

Tabla 75. Cálculo del alumbrado público

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Empresa Eléctrica Ambato	Metodología de cálculo y parámetros a considerar	Guía-2021.parte 3	Página 9-13
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Metodología de cálculo y parámetros a considerar	Instructivo para la elaboración de diseños de redes de distribución e instalaciones interiores aplicables en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A.	Página 86 a 90
Empresa Eléctrica de Quito	Demanda correspondiente al alumbrado público se caracteriza por el tipo de proyecto	Normas para sistemas de distribución – parte a guía para diseño de redes de distribución	Página 100-105-135
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Metodología de cálculo y cálculo de la eficiencia de la lámpara	Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 23 a 30 Figura 86
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Alumbrado público, metodología y parámetros a considera	Normas de diseño y normas de diseño y construcción para redes ara redes eléctricas de distribución tomo i. “redes de distribución aéreas”	Página 20 a 30 Figura 96
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	A consideración del diseñador y software a utilizar	Consideraciones del RITE	Página 423

Fuente: El Autor

Tabla 76. Porcentaje de caída de tensión para el alumbrado público

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Empresa Eléctrica Ambato	1%,	Guía-2021-parte 3	Página 11
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	1%, para cada conductor	Instructivo para la elaboración de diseños de redes de distribución e instalaciones interiores aplicables en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A.	Página 73-93 Figura 57
Empresa Eléctrica de Quito	Con 125 % de corriente nominal de lámparas no debe superar el 3 % de voltaje de línea y en red subterránea no debe superar el 6%	Tabla A-11-7 y Tabla A-11-8	Pág. 135-103 Figura 78
Empresa Eléctrica Regional del Sur	2%, caída de tensión permisible	Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 32
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	5%, Límites de regulación de tensión	Normas de diseño y normas de diseño y construcción para redes ara redes eléctricas de distribución tomo i. "redes de distribución aéreas	Tabla 32 de la página 113

Fuente: El Autor

Tabla 77. Factor de potencia.

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	0,92	Se basa en el reglamento de la CNEL EP	-----
Empresa Eléctrica Ambato	0,90	Guía-2021- parte 3	Anexo 7 Pág. 46
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	0,92	Instructivo para el trámite de aprobación de diseños de instalaciones eléctricas interiores para demandas inferiores a 12 kW y cargas instaladas menores a 20 kVA. interiores para demandas inferiores a 12 kW y cargas instaladas menores a 20 kVA.	Pág. 5
Empresa Eléctrica de Quito	0.85 Instalaciones comerciales e industriales 0,95 clientes residenciales	Normas para sistemas de distribución – parte A especificaciones técnicas de equipos y materiales.	Pág. 100
Empresa Eléctrica Regional del Sur	0,92	Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 31-35
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	0,95	Normas de diseño y construcción para redes eléctricas normas de diseño y construcción para redes eléctricas de de distribución	Pág. 111
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	0,9	Normas técnicas de instalaciones eléctricas. I Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P.	Tabla 2a-2b Pág. 76

Fuente: El Autor

Tabla 78. Puesta a tierra dadas por las normativas

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	Copperwell de 1,8 m	Manual para la instalación de la acometida y sistema de medición a los consumidores de cnel ep	Página 28
Empresa Eléctrica Ambato	Copperwell de 1,8 m	Guía 2021 parte 2	Página 16
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Copperwell de 1,8 m	Instructivo para el trámite de aprobación de diseños de instalaciones eléctricas interiores para demandas inferiores a 12 k	Página 5
Empresa Eléctrica de Quito	Copperwell de 1,8 m	Normas para sistemas de distribución – parte A Y C, especificaciones técnicas de equipos y materiales.	Pág. 32 (C) Pág. 182 (A)
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Copperwell de 1,8 m	Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Página 36
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Cobre con alma de acero de 2,4 m	Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución tomo i. “redes de distribución aéreas	Pág. 102
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Cobre, acero inoxidable, acero con recubrimiento 2,4 m	Tabla de electrodos de la página 77 de la normativa	Tabla 3 Página 77

Fuente: El Autor

Tabla 79. Formato de anexo, guía de aprobación y formato de aprobación de proyectos eléctricos

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro
Corporación Nacional de Electricidad	Cálculo por columnas, formato de planos específico con su propio cajetín y anexos tanto para la red primaria y secundaria
Empresa Eléctrica Ambato	El cuadro de cálculo de la caída de voltaje en un mismo anexo, para la red primaria y secundaria; presenta un formato de planos y guías para aprobación de proyectos
Empresa Eléctrica de Azogues	Igual de la CNEL
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Igual de la CNEL
Empresa Eléctrica Cotopaxi	Lo mismo que la empresa eléctrica de Ambato
Empresa Eléctrica de Galápagos	Igual de la CNEL
Empresa Eléctrica Norte	Igual de la CNEL
Empresa Eléctrica de Quito	Detalla cómo van los formatos de planos, contenido de la memoria técnica y anexos, con un formato para el cálculo de caídas de tensiones
Empresa Eléctrica de Riobamba	Igual de la CNEL
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Igual de la CNEL
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Detalla cómo van los formatos de planos, contenido de la memoria técnica y anexos, pero no un formato para el cálculo de caídas de tensiones
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Detalla cómo van los formatos de planos, contenido de la memoria técnica y anexos, pero no un formato para el cálculo de caídas de tensiones

Fuente: El Autor

Tabla 80. Distancias mínimas de seguridad

Empresas eléctricas	Especificaciones del parámetro	Documento	Ubicación: Documento /Anexo
Corporación Nacional de Electricidad	Si tiene y especifica lo dado por CONELEC-002/10	Resolución nro. ARCONEL-018/18	Página 7 a 10 Figura 22 Figura 23 Figura 24 Figura 25 Figura 26
Empresa Eléctrica Ambato	Si tiene y especifica lo dado por ARCONEL 001/18	Resolución nro. ARCONEL-018/18	Página 7 a 10 Figura 37 Figura 38 Figura 39 Figura 40 Figura 41 Figura 42
Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR	Especifica distancias mínimas de seguridad en tablas con base a normas de CONELEC-002/10	Instructivo para la elaboración de diseños de redes de distribución e instalaciones interiores aplicables en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A	Tabla 4.13 – 4.14 – 4.15 - Página 82 a 84 Figura 59 Figura 60 Figura 61
Empresa Eléctrica de Quito	Específicas distancias en tablas y figuras.	Normas para sistemas de	Pág. 41 Figura 79

		distribución parte B.	Figura 80
Empresa Eléctrica Regional del Sur	Especifica distancias mínimas	Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	Pág. 62
Superintendencia de electricidad (República Dominicana)	Da una fórmula para calcular y tiene una postulación de distancias completa	Normas de diseño y construcción para redes eléctricas de distribución tomo i. "redes de distribución aéreas"	Tabla 3-4-5-6-7-8 Pag 127 - 194 a 198
Empresa Eléctrica de Pereira (Colombia)	Mínimo 3 metros de altura de acera de tráfico peatonal, 5.5 m de vías públicas y a 0.9 m de ventanas y balcones	Normas técnicas de instalaciones eléctricas. I Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P.	Pág. 69 Figura 104

Fuente: El Autor

Anexo 2. Anexo Digital

De manera digital se entrega una carpeta denominada empresa eléctrica, la cual contiene la información correspondiente a las normativas de las diversas empresas eléctricas presentes en este estudio en un conjunto de carpetas, con las siguientes denominaciones y resumen de normas:

- **Corporación Nacional de Electricidad:** Contiene principalmente MN-COM-AC-001-Manual-de-instalaciones-acometida-y-sistema-de-medición-CNEL-EP y el Procedimiento para la aprobación de proyectos eléctricos recepción y energización de infraestructura eléctrica.

Estratos de normativas analizadas y demanda máxima proyectada.

Tipo de proyecto		
Tipo I	Tipo II	Tipo III
≤ 12 kW	(>12 - ≤ 500) kW	> 500 kW

Figura 19. Estratos de las normativas analizadas.

Fuente: (CNEL EP, 2020)

Dimensiones cabinas, zanjas y pozos

Numero de transformadores	Voltaje nominal de la línea de distribución en Medio Voltaje	Dimensiones mínimas (cm)		
		A	B	H
1	< 24 kV	420	540	300
2	< 24 kV	420	600	300

Figura 20. Dimensiones mínimas para cámaras subterráneas
Fuente: (CNEL EP, 2020)

Localización	Profundidad mínima (m)
En lugares no transitados por vehículos	0.6
En lugares transitados por vehículos	0.8

Figura 21. Profundidad mínima para zanjas
Fuente: (CNEL EP, 2020)

Distancias mínimas de seguridad

Voltaje (Kv)	Ancho de la franja
34,5 < V ≤ 46	16 m
13,8 < V ≤ 34,5	12 m
13,8	6 m

Figura 22. Distancias excepcionales para franjas de servidumbre.
Fuente: (CNEL EP, 2020)

Voltaje (V) Distancias (m)	Conductores		Partes rígidas energizadas no protegidas (Barras)	
	0 a 750 V	750 V-22 kV	0 a 750 V	750V-22kV
Vertical arriba o abajo de techos o proyecciones no accesibles a personas.	3,2	3,8	3,0	3,6
Vertical arriba o abajo de techos, cornisas y balcones, fácilmente accesibles a personas.	3,5	4,1	3,4	4,0

Figura 23. Distancias mínimas de seguridad vertical de conductores adyacentes, pero no adheridos a edificaciones y otras instalaciones.
Fuente: (CNEL EP, 2020)

Voltaje de la línea	Distancia de seguridad horizontal HR (Figura 3), de conductores en reposo (m)
0 a 750 V	1,7
750 V a 22 kV	2,3
Mayores a 22 kV	$H_R = 2,3 + 0,01 * (V - 22)$ <small>Donde V se encuentra en kV</small>

Figura 24. Distancias mínimas de seguridad horizontal de conductores energizados en reposo a edificios, anuncios publicitarios, carteleras, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones excepto puentes.
Fuente: (CNEL EP, 2020)

Voltaje de la línea	Distancia de seguridad horizontal H_w (Figura 3), en el caso de desplazamiento por viento (m)
0 a 750 V	1,1
750 V a 22 kV	1,4
Mayores a 22 kV	$H_w = 1,4 + 0,01 * (V - 22)$ Donde V se encuentra en kV

Figura 25. Distancias mínimas de seguridad de conductores energizados a edificios, anuncios, carteles, chimeneas, antenas de radio y televisión y otras instalaciones, bajo viento

Fuente: (CNEL EP, 2020)

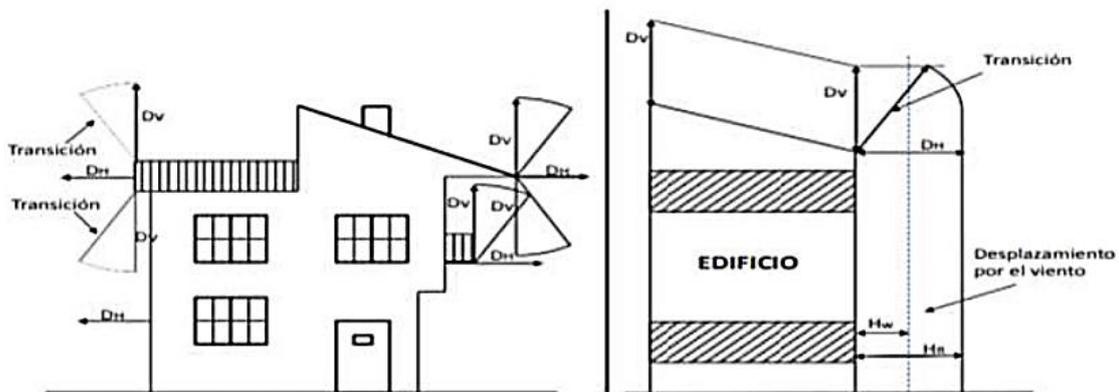


Figura 26. Distancia horizontal D_H y distancia vertical D_V representan la separación del conductor y la edificación.

Fuente: (CNEL EP, 2020)

- **Empresa Eléctrica de Ambato:** Contiene los formatos de anexos y las GUÍA 2021 PARTE 1, GUIA 2021 PARTE 2, GUIA 2021 PARTE 3 y GUIA 2021 PARTE 4.

Estratos de normativas analizadas:

CATEGORÍA	VALOR MÍNIMO DE CONSUMO DEL ESTRATO	VALOR MÁXIMO DE CONSUMO DEL ESTRATO
A	>270	500
B	>160	270
C	>110	160
D	>80	110
E	10	80

Figura 27. Categorización del cliente según consumo del estrato.

Fuente: (EEASA, 2021)

Demanda máxima proyectada:

CATEGORÍA	DMU (kVA)
A	6,611
B	3,832
C	2,412
D	1,731
E	1,306

Figura 28. Demanda máxima diversificada.

Fuente: (EEASA, 2021)

CLIENTES	Demanda en kW para un usuario con Consumo A de (500 kWh)	Demanda en kW para un usuario con Consumo B de (270 kWh)	Demanda en kW para un usuario con Consumo C de (160 kWh)	Demanda en kW para un usuario con Consumo D de (110 kWh)	Demanda en kW para un usuario con Consumo E de (80 kWh)	CLIENTES	Demanda en kW para un usuario con Consumo A de (500 kWh)	Demanda en kW para un usuario con Consumo B de (270 kWh)	Demanda en kW para un usuario con Consumo C de (160 kWh)	Demanda en kW para un usuario con Consumo D de (110 kWh)	Demanda en kW para un usuario con Consumo E de (80 kWh)
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
#	500	270	160	110	80	#	500	270	160	110	80
1	6,611	3,832	2,412	1,731	1,306	51	85,488	49,553	31,186	22,385	16,887
2	8,594	4,982	3,135	2,250	1,698	52	86,939	50,395	31,716	22,765	17,174
3	11,305	6,553	4,124	2,960	2,233	53	88,390	51,236	32,245	23,145	17,460
4	13,222	7,664	4,823	3,462	2,612	54	89,842	52,077	32,774	23,525	17,747
5	16,127	9,348	5,883	4,223	3,186	55	91,293	52,918	33,304	23,905	18,034
6	18,154	10,523	6,623	4,754	3,586	56	92,744	53,759	33,833	24,284	18,320
7	20,028	11,609	7,306	5,244	3,956	57	94,195	54,600	34,362	24,664	18,607
8	21,794	12,633	7,951	5,707	4,305	58	95,646	55,441	34,892	25,044	18,893
9	23,485	13,613	8,567	6,149	4,639	59	97,096	56,282	35,421	25,424	19,180
10	25,121	14,562	9,164	6,578	4,962	60	98,547	57,123	35,950	25,804	19,467
11	26,718	15,487	9,747	6,996	5,278	61	99,998	57,964	36,480	26,184	19,753
12	28,284	16,395	10,318	7,406	5,587	62	101,449	58,805	37,009	26,564	20,040
13	29,828	17,290	10,881	7,810	5,892	63	102,899	59,646	37,538	26,944	20,326
14	31,355	18,175	11,438	8,210	6,194	64	104,350	60,487	38,067	27,323	20,613
15	32,869	19,053	11,991	8,607	6,493	65	105,800	61,328	38,596	27,703	20,899
16	34,372	19,924	12,539	9,000	6,790	66	107,251	62,168	39,125	28,083	21,186
17	35,867	20,790	13,084	9,392	7,085	67	108,701	63,009	39,655	28,463	21,472
18	37,355	21,653	13,627	9,781	7,379	68	110,152	63,850	40,184	28,843	21,759
19	38,837	22,512	14,168	10,169	7,672	69	111,602	64,691	40,713	29,222	22,045
20	40,315	23,369	14,707	10,556	7,964	70	113,053	65,531	41,242	29,602	22,332
21	41,789	24,223	15,245	10,942	8,255	71	114,503	66,372	41,771	29,982	22,618

Figura 29. Demanda máxima diversificada según número de usuarios.

Fuente: (EEASA, 2021)

Capacidad seccionadores fusible

DEMANDA MÁXIMA (kVA)	ELEMENTO PARA PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO
Sobre 800	Interruptor de maniobra y protección
300-800	Seccionador para operación bajo carga
Inferiores a 300	Seccionador fusible

Figura 30. Demanda máxima para elementos de protección y seccionamiento

Fuente: (EEASA, 2021)

MATERIAL O EQUIPO	CLASE
Seccionadores fusibles	15kV
Descargador tipo autoválvula	10kV
Aislador tipo espiga (pin)	ANSI 55-5
Aislador tipo suspensión	ANSI 52-1

Figura 31. Clase de protección según equipo o material.

Fuente: (EEASA, 2021)

CAPACIDAD	PRIMARIO		SECUNDARIO	
	In	FUSIBLE	In	FUSIBLE
3	0,38	0,2	12,50	10
5	0,63	0,2	20,83	16
10	1,26	0,4	41,67	36
15	1,88	0,6	62,50	63
25	3,14	1,0	104,17	100
37,5	4,71	1,6	156,25	125
50	6,28	2,1	208,33	160

Figura 32. Protecciones en medio y bajo voltaje en transformador monofásico

Fuente: (EEASA, 2021)

CAPACIDAD kVA	PRIMARIO		SECUNDARIO	
	In	FUSIBLE	In	FUSIBLE
15	0,62	0,3	41,64	36
30	1,25	0,7	83,27	63
45	1,88	1,3	125,00	100
50	2,09	1,3	138,39	125
75	3,14	1,6	208,33	160
100	4,16	2,1	277,78	224
160	6,69	4,2	444,44	400
250	10,46	7,0	694,44	500

Figura 33. Protecciones en medio y bajo voltaje en transformador trifásico
Fuente: (EEASA, 2021)

Dimensiones cabinas, zanjas y pozos

Localización	Profundidad mínima (m)
En lugares no transitados por vehículos	0.4
En lugares transitados por vehículos	0.6

Figura 34. Profundidad mínima en ductos y zanjas
Fuente: (EEASA, 2021)

TIPOS	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Aplicación
Tipo A0	0.40	0.40	0.40	AP
Tipo A	0.60	0.60	0.75	AP-ACOMETIDA
Tipo B	0.90	0.90	0.90	MV –BV-AP
Tipo C	1.20	1.20	1.20	MV –BV-AP
Tipo D	1.60	1.20	1.50	MV –BV-AP
Tipo E	2.50	2.00	2.00	MV –BV-AP

- Las profundidades indicadas en la tabla son mínimas y podrá aumentar dependiendo de cantidad de ductos a instalarse.
- Los pozos tipo C serán utilizados para derivaciones en bajo voltaje
- En el pozo tipo E se podrán colocar módulos premoldeados para derivación y seccionamiento.
- Se podrá implementar pozos con dimensiones variables dependiendo de las condiciones constructivas, previa aprobación de la ED.

Figura 35. Homologación establecida de dimensiones interiores de acuerdo al tipo de pozo

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2022)

Numero de equipos	Voltaje nominal de la línea de distribución en Medio Voltaje	Dimensiones mínimas libres (cm)		
		Ancho	Largo	Altura
1	< 24 kV	220	300	250
2	< 24 kV	250	500	250

Figura 36. Dimensiones interiores mínimas de las cámaras de las empresas distribuidoras y particulares con celdas o interruptores de MT y tablero de distribución de BT

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2022)

Distancias mínimas de seguridad

Voltaje (V)	Conductores		Partes rígidas energizadas no protegidas (Barras)	
	0 a 750 V	750 V-22 kV	0 a 750 V	750V-22kV
Distancias (m)				
Vertical arriba o abajo de techos o proyecciones no accesibles a personas.	3,2	3,8	3,0	3,6
Vertical arriba o abajo de techos, cornisas y balcones, fácilmente accesibles a personas.	3,5	4,1	3,4	4,0

Figura 37. Distancias mínimas de seguridad vertical de conductores adyacentes, pero no adheridos a edificaciones y otras instalaciones

Fuente: (ARCONEL, 2018)

Voltaje de la línea	Distancia de seguridad horizontal HR (Figura 3), de conductores en reposo (m)
0 a 750 V	1,7
750 V a 22 kV	2,3
Mayores a 22 kV	$H_R = 2,3 + 0,01 * (V - 22)$ Donde V se encuentra en kV

Figura 38. Distancias mínimas de seguridad horizontal de conductores energizados en reposo a edificios, anuncios publicitarios, carteles, chimeneas, antenas de radio y tv, tanques y otras instalaciones excepto puentes

Fuente: (ARCONEL, 2018)

Voltaje de la línea	Distancia de seguridad horizontal Hw (Figura 3), en el caso de desplazamiento por viento (m)
0 a 750 V	1,1
750 V a 22 kV	1,4
Mayores a 22 kV	$H_w = 1,4 + 0,01 * (V - 22)$ Donde V se encuentra en kV

Figura 39. Distancias mínimas de seguridad de conductores energizados a edificios, anuncios, carteles, chimeneas, antenas de radio y televisión y otras instalaciones, bajo viento

Fuente: (ARCONEL, 2018)

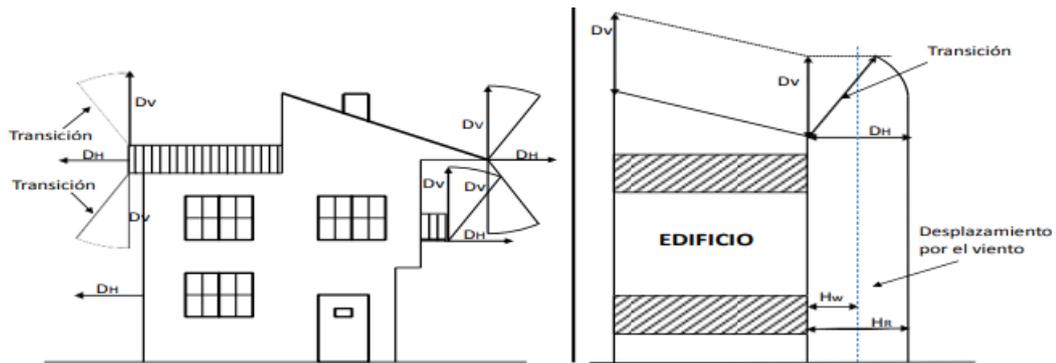


Figura 40. Distancias de seguridad a edificaciones.
Fuente: (ARCONEL, 2018)

Distancia	Con viento		Sin viento
	Horizontal (m)	$0 \leq V \leq 750 \text{ V}$ 1,1	$750 < V \leq 22 \text{ kV}$ 1,4
Vertical (m)	$0 < V \leq 22 \text{ kV}$ 1,4		$0 \text{ kV} \leq V \leq 50 \text{ kV}$ 1,7

Figura 41. Distancias de seguridad de conductores a otras estructuras de soporte.
Fuente: (ARCONEL, 2018)

Vías y superficies bajo los conductores	Nivel de voltaje		
	$0 \leq V \leq 750 \text{ V}$	$750 < V \leq 22 \text{ kV}$	
Vías férreas	7,5	8,1	
Vías de tránsito de vehículos	5,0	5,6	
Aceras o caminos accesibles sólo a peatones	3,8	4,4	
Aguas donde no está permitida la navegación	4,6	5,2	
Aguas navegables con una superficie de:	a) Menores a $0,08 \text{ km}^2$	5,6	6,2
	b) Mayor a $0,08$ hasta $0,8 \text{ km}^2$	8,1	8,7
	c) Mayor a $0,8$ hasta 8 km^2	9,9	10,5
	d) Sobre 8 km^2	11,7	12,3

Figura 42. Distancias de seguridad de verticales de conductores a vías de tránsito, vías férreas y superficiales navegables.
Fuente: (ARCONEL, 2018)

- **Empresa Eléctrica CENTROSUR:** Con tiene el I DICO 91.1 INSTRUCTIVO PARA EL TRÁMITE DE APROBACIÓN DE DISEÑOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES PARA DEMANDAS INFERIORES A 12 kW Y CARGAS INSTALADAS MENORES A 20 kVA y un ejemplo de aplicación de la guía de diseño.

Estratos de normativas analizadas:

Estrato	Rango de Consumo
E	$1 < kWh \leq 60$
D	$61 < kWh \leq 110$
C	$111 < kWh \leq 180$
B	$181 < kWh \leq 310$
A	$311 < kWh \leq 500$
A1	$501 < kWh \leq 1000$

Figura 43. Estratos de consumo característicos
Fuente. (CENTROSUR, 2020)

Demanda máxima proyectada:

# DE CLIENTES	ESTRATO "A1"	ESTRATO "A"	ESTRATO "B"	ESTRATO "C"	ESTRATO "D"	ESTRATO "E"
	501 - 1000 kWh	311 - 500 kWh	181 - 310 kWh	111 - 180 kWh	61 - 110 kWh	1 - 60 kWh
	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)
1	6,16	5,70	4,22	3,13	2,53	2,06
2	9,85	9,12	6,75	5,01	4,05	3,29
3	13,54	12,53	9,28	6,89	5,56	4,53
4	17,24	15,96	11,81	8,77	7,08	5,76
5	20,78	19,23	14,24	10,57	8,54	6,95
6	23,65	21,60	15,91	11,75	9,43	7,62
7	26,49	24,34	17,97	13,30	10,70	8,67
8	29,56	27,20	20,09	14,88	11,98	9,72
9	32,40	29,92	22,12	16,41	13,23	10,76
10	35,25	32,62	24,14	17,92	14,47	11,77
11	38,10	35,29	26,13	19,42	15,68	12,77
12	40,94	37,98	28,13	20,91	16,89	13,76
13	44,01	40,82	30,23	22,48	18,16	14,80
14	46,85	43,50	32,23	23,97	19,37	15,79
15	49,70	46,17	34,21	25,45	20,58	16,78
16	52,55	48,82	36,18	26,92	21,77	17,75
17	55,39	51,47	38,14	28,38	22,94	18,71
18	58,24	54,13	40,12	29,86	24,14	19,69
19	60,87	56,60	41,96	31,23	25,26	20,61
20	63,93	59,40	44,02	32,75	26,48	21,60
21	66,56	61,89	45,88	34,15	27,62	22,53
22	69,41	64,52	47,83	35,59	28,79	23,48
23	71,81	66,84	49,57	36,91	29,87	24,38
24	72,25	67,78	50,40	37,66	30,58	25,06
25	74,44	69,98	52,07	38,95	31,65	25,96
26	78,82	73,65	54,69	40,80	33,07	27,04
27	81,45	76,15	56,56	42,20	34,21	27,99
28	85,17	79,35	58,86	43,85	35,50	28,98
29	86,48	80,92	60,11	44,87	36,39	29,78
30	89,11	83,34	61,90	46,20	37,46	30,65
31	91,74	85,82	63,75	47,58	38,58	31,57
32	94,37	88,29	65,59	48,96	39,70	32,49
33	96,99	90,76	67,42	50,33	40,82	33,40

Figura 44. Demanda máxima de diseño de acuerdo al número de consumidores y tipo de estrato
Fuente. (CENTROSUR, 2020)

# DE CLIENTES	ESTRATO "A1"	ESTRATO "A"	ESTRATO "B"	ESTRATO "C"	ESTRATO "D"	ESTRATO "E"
	501 - 1000 kWh	311 - 500 kWh	181 - 310 kWh	111 - 180 kWh	61 - 110 kWh	1 - 60 kWh
	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)
34	99,40	93,00	69,09	51,57	41,82	34,22
35	102,03	95,46	70,91	52,93	42,92	35,13
36	104,44	97,76	72,64	54,23	43,99	36,00
37	107,07	100,21	74,45	55,58	45,08	36,90
38	109,47	102,50	76,17	56,87	46,14	37,77
39	112,10	104,95	77,98	58,22	47,23	38,66
40	114,51	107,23	79,68	59,50	48,27	39,52
41	116,92	109,51	81,39	60,78	49,31	40,37
42	119,33	111,79	83,08	62,05	50,35	41,23
43	121,52	113,91	84,68	63,26	51,34	42,05
44	124,14	116,33	86,47	64,59	52,41	42,92
45	126,77	118,75	88,25	65,91	53,48	43,78
46	129,18	121,10	90,03	67,26	54,59	44,71
47	131,81	123,52	91,81	68,58	55,65	45,57
48	134,43	125,92	93,58	69,89	56,70	46,43
49	136,62	128,02	95,15	71,07	57,67	47,23
50	139,03	130,27	96,82	72,32	58,68	48,05
51	141,66	132,77	98,69	73,72	59,83	49,00
52	143,85	134,86	100,25	74,90	60,79	49,79
53	146,04	136,94	101,81	76,07	61,74	50,58
54	148,88	139,59	103,77	77,53	62,93	51,54
55	151,07	141,66	105,32	78,69	63,88	52,33
56	153,70	144,04	107,07	79,98	64,90	53,15
57	155,89	146,23	108,73	81,25	65,96	54,04
58	158,30	148,45	110,37	82,47	66,94	54,84
59	161,15	150,97	112,20	83,80	68,00	55,68
60	163,12	153,00	113,76	85,01	69,01	56,54
61	165,52	155,21	115,39	86,22	69,98	57,33
62	167,93	157,42	117,02	87,42	70,95	58,11
63	170,34	159,75	118,77	88,74	72,04	59,02
64	172,75	161,95	120,39	89,94	73,00	59,79
65	175,16	164,27	122,14	91,26	74,09	60,70
66	182,16	169,67	125,85	93,74	75,88	61,95
67	184,57	172,00	127,60	95,06	76,96	62,85
68	182,16	170,83	127,01	94,90	77,03	63,11
69	184,57	173,15	128,75	96,22	78,12	64,01

Figura 45. Demanda máxima de diseño de acuerdo al número de consumidores y tipo de estrato

Fuente. (CENTROSUR, 2020)

# DE CLIENTES	ESTRATO "A1"	ESTRATO "A"	ESTRATO "B"	ESTRATO "C"	ESTRATO "D"	ESTRATO "E"
	501 - 1000 kWh	311 - 500 kWh	181 - 310 kWh	111 - 180 kWh	61 - 110 kWh	1 - 60 kWh
	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)
70	186,98	175,34	130,35	97,40	79,06	64,77
71	189,39	177,66	132,10	98,72	80,14	65,66
72	191,80	179,83	133,69	99,89	81,08	66,41
73	194,21	182,15	135,43	101,20	82,16	67,31
74	196,40	184,17	136,92	102,31	83,05	68,03
75	198,80	186,49	138,66	103,62	84,12	68,93
76	200,99	188,50	140,15	104,72	85,01	69,64
77	203,40	190,82	141,88	106,03	86,08	70,53
78	205,59	192,82	143,36	107,12	86,96	71,24
79	208,00	195,13	145,09	108,43	88,03	72,13
80	210,19	197,13	146,57	109,52	88,91	72,84
81	212,71	199,52	148,35	110,86	90,00	73,74
82	215,23	201,74	149,97	112,03	90,92	74,47
83	217,09	203,67	151,45	113,18	91,89	75,30
84	218,95	205,60	152,93	114,34	92,86	76,13
85	221,14	207,58	154,38	115,41	93,72	76,82
86	223,33	209,74	156,01	116,65	94,75	77,68
87	225,52	211,72	157,47	117,72	95,60	78,36
88	227,71	213,87	159,09	118,96	96,62	79,22
89	230,99	216,61	161,04	120,32	97,67	80,01
90	234,27	219,52	163,16	121,87	98,89	80,98
91	236,46	221,67	164,79	123,11	99,92	81,84
92	238,65	223,64	166,22	124,16	100,75	82,51
93	240,84	225,79	167,85	125,40	101,78	83,36
94	243,03	227,93	169,47	126,63	102,80	84,22
95	245,22	229,89	170,90	127,68	103,63	84,88
96	247,41	232,04	172,52	128,91	104,65	85,73
97	249,60	233,99	173,94	129,95	105,47	86,39
98	251,79	236,13	175,56	131,18	106,49	87,24
99	253,98	238,28	177,18	132,41	107,50	88,09
100	256,17	240,22	178,59	133,44	108,32	88,74
101	258,36	242,36	180,21	134,67	109,33	89,58
102	260,55	244,51	181,83	135,90	110,35	90,43
103	262,74	246,44	183,23	136,93	111,16	91,07
104	264,93	248,58	184,85	138,15	112,17	91,92
105	267,12	250,72	186,46	139,38	113,18	92,76

Figura 46. Demanda máxima de diseño de acuerdo al número de consumidores y tipo de estrato

Fuente. (CENTROSUR, 2020)

# DE CLIENTES	ESTRATO "A1"	ESTRATO "A"	ESTRATO "B"	ESTRATO "C"	ESTRATO "D"	ESTRATO "E"
	501 - 1000 kWh	311 - 500 kWh	181 - 310 kWh	111 - 180 kWh	61 - 110 kWh	1 - 60 kWh
	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)
106	269,31	252,65	187,86	140,40	113,98	93,40
107	271,49	254,79	189,47	141,62	114,99	94,24
108	273,68	256,93	191,09	142,85	116,01	95,08
109	275,87	258,84	192,48	143,85	116,80	95,71
110	278,06	260,98	194,09	145,08	117,81	96,55
111	280,25	263,12	195,70	146,30	118,81	97,39
112	282,44	265,25	197,31	147,53	119,82	98,23
113	284,63	267,16	198,69	148,52	120,61	98,85
114	286,82	269,30	200,30	149,74	121,61	99,69
115	289,01	271,43	201,90	150,97	122,62	100,53
116	291,20	273,33	203,28	151,95	123,39	101,13
117	293,39	275,47	204,88	153,17	124,40	101,97
118	295,58	277,60	206,49	154,39	125,40	102,81
119	297,77	279,73	208,10	155,61	126,41	103,65
120	299,96	281,62	209,46	156,59	127,17	104,24
121	302,15	283,75	211,06	157,81	128,17	105,08
122	304,34	285,88	212,67	159,03	129,18	105,91
123	306,53	287,76	214,02	160,00	129,93	106,50
124	308,72	289,89	215,62	161,21	130,93	107,33
125	310,91	292,02	217,23	162,43	131,93	108,17
126	313,09	294,15	218,83	163,64	132,94	109,00
127	315,28	296,02	220,17	164,60	133,68	109,58
128	317,47	298,15	221,77	165,82	134,68	110,41
129	319,66	300,27	223,37	167,03	135,68	111,24
130	321,85	302,40	224,97	168,24	136,68	112,07
131	324,04	304,26	226,31	169,19	137,41	112,64
132	326,23	306,39	227,90	170,41	138,41	113,47
133	328,42	308,51	229,50	171,62	139,41	114,30
134	330,61	310,64	231,10	172,83	140,40	115,13
135	332,80	312,49	232,43	173,77	141,13	115,69
136	334,99	314,61	234,02	174,98	142,12	116,52
137	337,18	316,73	235,62	176,19	143,12	117,34
138	339,37	318,86	237,21	177,40	144,11	118,17
139	341,56	320,70	238,53	178,33	144,83	118,72
140	343,75	322,82	240,12	179,53	145,82	119,54
141	345,94	324,94	241,72	180,74	146,81	120,37

Figura 47. Demanda máxima de diseño de acuerdo al número de consumidores y tipo de estrato

Fuente. (CENTROSUR, 2020)

# DE CLIENTES	ESTRATO "A1"	ESTRATO "A"	ESTRATO "B"	ESTRATO "C"	ESTRATO "D"	ESTRATO "E"
	501 - 1000 kWh	311 - 500 kWh	181 - 310 kWh	111 - 180 kWh	61 - 110 kWh	1 - 60 kWh
	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)	DMD (kVA)
142	348,13	327,06	243,31	181,95	147,81	121,20
143	350,32	328,89	244,61	182,87	148,51	121,73
144	352,51	331,01	246,21	184,08	149,50	122,56
145	354,69	333,13	247,80	185,28	150,49	123,38
146	356,88	335,25	249,39	186,49	151,49	124,20
147	359,07	337,07	250,68	187,40	152,18	124,73
148	361,26	339,18	252,27	188,60	153,17	125,55
149	363,45	341,30	253,86	189,80	154,16	126,37
150	365,64	343,42	255,45	191,01	155,15	127,20

Figura 48. Demanda máxima de diseño de acuerdo al número de consumidores y tipo de estrato

Fuente. (CENTROSUR, 2020)

Factor de coincidencia:

# CLIENTES [N]	FACTOR DE COINCIDENCIA [FC]
1	1,000
2	0,665
3	0,583
4	0,500
5	0,445

Figura 49. Factor de coincidencia considerando cocinas de inducción de acuerdo al número de usuarios en redes de distribución.

Fuente. (CENTROSUR, 2020)

Servicio	Factor de coincidencia
Iluminación	0,7
Fuerza	0,35
Cocinas de Inducción	0,8
Ducha eléctrica	1
Entre circuitos	0,7
Entre tableros	0,7

Figura 50. Factor de coincidencia entre dispositivos en sistemas interiores y ediciones.

Fuente. (CENTROSUR, 2020)

Capacidad seccionadores fusible:

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS								
TRANSFORMADORES	VOLTAJE PRIMARIO						VOLTAJE SECUNDARIO	
	22kV		6,3kV		13,8kV		220/127 V	
kVA	In	FUSIBLE	In	FUSIBLE	In	FUSIBLE	In	FUSIBLE
30	0,79	2H	2,75	5K	1,26	3H	78,82	63
45	1,18	2H	4,13	10K	1,88	5H	118,23	100
50	1,31	3H	4,59	10K	2,09	5H	131,37	125
75	1,97	5H	6,88	15K	3,14	6K	197,06	160
100	2,63	5H	9,18	25K	4,19	10K	262,74	224
112,5	2,96	6K	10,32	25K	4,71	10K	295,59	250
125	3,28	6K	11,47	25K	5,24	10K	328,43	250
150	3,94	8K	13,76	25K	6,28	15K	394,11	315
160	4,2	10K	14,68	25K	6,7	15K	420,39	400
200	5,25	12K	18,35	40K	8,38	20K	525,49	400
250	6,57	15K	22,94	40K	10,47	25K	656,86	500
315	8,28	15K	28,9	65K	13,19	25K	827,64	630

Figura 51. Selección de fusibles para transformadores trifásicos de distribución

Fuente. (CENTROSUR, 2020)

TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS								
TRANSFORMADORES	VOLTAJE PRIMARIO						VOLTAJE SECUNDARIO	
	22kV/12,7kV		6,3kV		13,8kV/7,97kV		120/240 V	
kVA	In	FUSIBLE	In	FUSIBLE	In	FUSIBLE	In	FUSIBLE
5	0,39	1H	0,79	2H	0,63	1H	20,83	20
10	0,79	2H	1,59	3H	1,25	3H	41,67	36
15	1,18	3H	2,38	5H	1,88	5H	62,5	63
25	1,97	5H	3,97	10K	3,13	6K	104,17	100
37,5	2,95	6K	5,95	15K	4,70	10K	156,25	125
50	3,94	10K	-----	-----	6,27	12K	208,33	160

Figura 52. Selección de fusibles para transformadores monofásicos de distribución
Fuente. (CENTROSUR, 2020)

Dimensiones cabinas, zanjas y pozos:

TIPOS	Largo	Ancho	Profundidad	Aplicación
	(m)	(m)	(m)	
Tipo A	0,6	0,6	0,75	AP – ACOMETIDA
Tipo B	0,9	0,9	0,9	MV – BV – AP
Tipo C	1,2	1,2	1,20	MV – BV – AP
Tipo D	1,6	1,2	1,5	MV – BV – AP
Tipo E	2,5	2	2	MV – BV – AP

Las profundidades indicadas en la tabla son mínimas y podrá aumentar dependiendo de cantidad de ductos a instalarse.
 Los pozos tipo A serán utilizados para derivaciones en bajo voltaje.
 Los pozos tipo B serán utilizados para derivaciones en medio voltaje.
 Los pozos tipo C serán utilizados para derivaciones en medio voltaje.
 Los pozos tipo C y D se construirán con 2 tapas que cubran el área del mismo.
 En el pozo tipo E se podrán colocar módulos premoldeado para derivación y seccionamiento. Este tipo de pozo irá con una tapa de hierro esferoidal.
 Los pozos tipo D y E se construirán normalmente en las esquinas.

Figura 53. Dimensiones normadas según tipos de pozos
Fuente. (CENTROSUR, 2020)

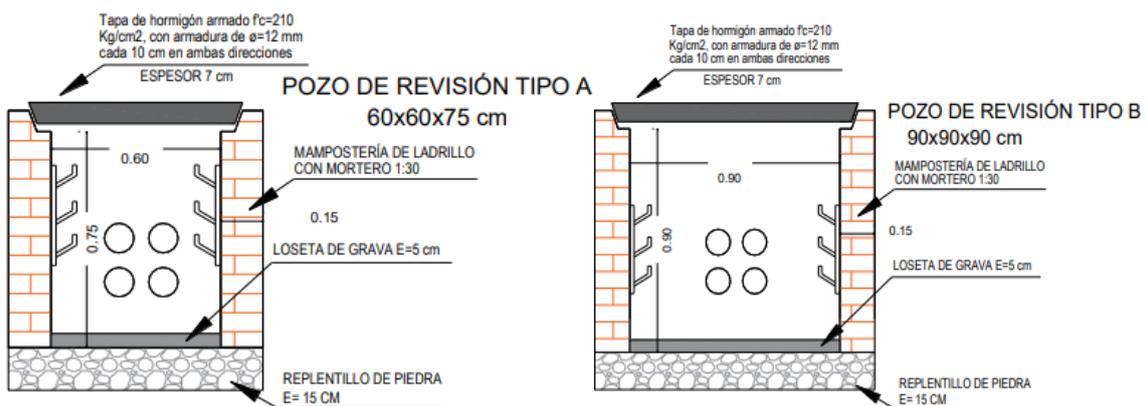


Figura 54. Pozos vista lateral
Fuente. (CENTROSUR, 2020)

Locación	Profundidad mínima
Lugares no transitados por vehículos	0,6
Lugares transitados por vehículos	0,8

Figura 55. Ducteria en vías
Fuente. (CENTROSUR, 2020)

Numero de transformadores	Voltaje nominal de la línea de distribución en Medio Voltaje	Dimensiones mínimas (cm)		
		A	B	H
1	< 24 kV	420	540	300
2	< 24 kV	420	600	300

Figura 56. Dimensiones de cámaras según voltajes.
Fuente. (CENTROSUR, 2020)

Caída de tensión alumbrado público:

Parámetro	Opciones	Valor de Ponderación (Vp)	Vp seleccionado
Velocidad	Elevada	1	
	Alta	0,5	
	Moderada	0	
Volumen del Tráfico	Elevado	1	
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Bajo	-0,5	
Composición	Mezcla con un alto porcentaje de tráfico no motorizado	2	
	Mezclado	1	
	Solamente motorizado	0	
	Muy Bajo	-1	
Separación de vías	No	1	
	Si	0	
Densidad de la intersección	Alta	1	
	Moderada	0	
Vehículo Parqueados	Se permite	0,5	
	No se permite	0	
Iluminación Ambiental	Alta	1	
	Moderada	0	
	Baja	-1	
Guías Visuales	Pobre	0,5	
	Moderado o bueno	0	
			Σ Vps

Figura 57. Parámetros para selección de la clase de iluminación (M)
Fuente. (CONELEC, 2014)

Factores a Utilizar	Residencial	Comercial	Industrial
Diversificación			
<i>Punto de iluminación</i>	0.70	1.00	1.00
<i>Toma de corriente</i>	0.35	0.70	0.70
<i>Cocina eléctrica (inducción)</i>	0.80	1.00	1.00
<i>Cargas Especiales, Ducha</i>	1.00	1.00	1.00
Coincidencia	0.70	0.80	1.00
Factor de Potencia	0.92	0.92	0.92

Figura 58. Factores a utilizarse
Fuente. (CENTROSUR, 2020)

Distancias mínimas de seguridad:

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD Hr		Conductores 0 a 750 V.	Conductores 750 V-22 kV.	Partes Rígidas Energizadas de 0 - 750 V.	Partes Rígidas Energizadas de 750 V - 22kV.
		m	m	m	m
Edificios	Horizontal a paredes, ventanas y áreas accesibles a personas	1,7(A, B)	2,3 (A, B)	1,5 (A)	2,0 (A)
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas no accesibles a personas	3,2	3,8	3,0	3,6
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas accesibles a personas y vehículos, además de vehículos pesados.	3,5	4,1	3,4	4,0
	Vertical arriba de techos accesibles al tránsito de vehículos pesados.	5,0	5,6	4,9	5,5
Anuncios, chimeneas	Horizontal	1,7 (A, B)	2,3 (A, C)	1,5 (A)	2,0 (A)
	Vertical arriba o abajo de cornisas y otras superficies sobre las cuales pueden caminar personas	3,5	4,1	3,4	4,0
	Vertical arriba o abajo de otras partes de tales instalaciones	1,8 (A)	2,3	1,7	2,45

Figura 59. Distancias mínimas de seguridad de conductores a edificaciones y otras instalaciones
Fuente. (CENTROSUR, 2020)

	Con viento		Sin viento
Distancia Horizontal	0 - 750 V	22 kV	Hasta 50 kV
	1,1	1,4	1,5
Distancia Vertical	0 – 22 kV		22- 50 kV
	1,4 (0,6 para cables aislados hasta 300 V)		1,7

Figura 60. Distancias de seguridad de conductores a otras estructuras de soporte (en metros)
Fuente. (CENTROSUR, 2020)

Naturaleza de la Superficie bajo los conductores	Conductores de 0 - 750 V	Conductores de 750 V a 22 kV
Vías férreas	7,5	8,1
Carreteras, calles, caminos y otras áreas usadas para tránsito	5,0	5,6
Aceras o caminos accesibles sólo a peatones	3,8	4,4
Aguas donde no está permitida la navegación	4,6	5,2
Aguas navegables incluyendo lagos, ríos, estanques, arroyos y canales con un área de superficie sin obstrucción de:		
a) Hasta 8 Km2	5,6	6,2
b) Mayor a 8 hasta 80 Km2	8,1	8,7
c) Mayor de 80 hasta 800 Km2	9,9	10,5
d) Arriba de 800 Km2	11,7	12,3

Figura 61. Distancias mínimas de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua (en metros)

Fuente. (CENTROSUR, 2020)

- **Empresa Eléctrica de Quito:** Contiene los formatos de para la presentación de los anexos y Normas para sistemas de Distribución: Parte A, Parte B y Parte C.

Estratos de normativas analizadas:

Categoría de Estrato de Consumo (Nota 1)	Escalas (kWh/mes/cliente)
E	0 – 100
D	101 – 150
C	151 – 250
B	251 – 350
A	351 – 500
A1	501 – 900

Nota:

1. En los estratos A, B, C, D y E, los rangos están definidos considerando el valor de consumo que registran los equipos eléctricos para uso general y calentamiento de agua; mientras que para el estrato A1 el rango está definido considerando el valor de consumo que registran los equipos eléctricos para uso general, cocción y calentamiento de agua.

Figura 62. Estratos de consumo

Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

Demanda máxima proyectada:

USUARIO RESIDENCIAL TIPO	DMU kW	DMU kVA	CI kW	CI kVA
E	1,81	1,91	3,02	3,18
D	2,21	2,33	4,42	4,65
C	2,97	3,13	7,43	7,82
B	4,08	4,29	13,6	14,32
A	5,49	5,78	21,96	23,12
A1	6,86	7,22	27,44	28,88

Figura 63. Valores de referencia de la demanda máxima y la carga instalada de un usuario residencial tipo, considerando la utilización de equipos eléctricos para uso general, cocción de alimentos y calentamiento de agua

Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

Factor de coincidencia:

Número de usuarios	Factor de coincidencia para usuarios residenciales con equipos eléctricos de uso general, cocción y calentamiento de agua
1	1
2	0.8
3	0.733
4	0.7

Figura 64. Factor de coincidencia hasta 4 usuarios
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

NÚMERO DE USUARIOS	FACTOR DE DIVERSIDAD	NÚMERO DE USUARIOS	FACTOR DE DIVERSIDAD
1	1,00	26	3,00
2	1,50	27	3,01
3	1,78	28	3,02
4	2,01	29	3,03
5	2,19	30	3,04
6	2,32	31	3,04
7	2,44	32	3,05
8	2,54	33	3,05
9	2,61	34	3,06
10	2,66	35	3,06
11	2,71	36	3,07
12	2,75	37	3,07
13	2,79	38	3,08
14	2,83	39	3,08
15	2,86	40	3,09
16	2,88	41	3,09
17	2,90	42	3,10
18	2,92	43	3,10
19	2,93	44	3,10
20	2,94	45	3,10
21	2,95	46	3,10
22	2,96	47	3,10
23	2,97	48	3,10
24	2,98	49	3,10
25	2,99	50	3,10

Figura 65. Factor de diversidad para determinación de demanda máxima diversificada
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

Porcentaje caída de tensión MT

Componentes del Sistema de Distribución	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de Voltaje	Caída de Voltaje
Primario	3,0%	3,5%

Figura 66. Caída máxima de voltaje en la red primaria (S/E Sin cambiador de taps bajo carga)
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

Componentes del Sistema de Distribución	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de Voltaje	Caída de Voltaje
Primario	3,5%	4,0%

Figura 67. Caída máxima de voltaje en la red primaria (S/E Con cambiador de taps bajo carga)
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

Porcentaje caída de tensión BT

Componentes del Sistema de Distribución	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de Voltaje	Caída de Voltaje
Secundario	2,5%	3,0%

Figura 68. Caída máxima de voltaje en la red secundaria (S/E Sin cambiador de taps bajo carga)
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

Componentes del Sistema de Distribución	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de Voltaje	Caída de Voltaje
Secundario	3,0%	3,5%

Figura 69. Caída máxima de voltaje en la red secundaria (S/E Con cambiador de taps bajo carga)
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

Porcentajes de caídas de tensión para redes subterráneas

CONDUCTOR		kVA - m, COBRE				kVA - m, ALUMINIO			
SECCIÓN mm ²	CALIBRE AWG o MCM	1 DUCTO		BANCO DE DUCTOS		1 DUCTO		BANCO DE DUCTOS	
		3 φ	1 φ	3 φ	1 φ	3 φ	1 φ	3 φ	1 φ
13,3	6	332	197	325	192	205	122	202	120
21,2	4	518	307	501	296	323	192	316	187
33,6	2	801	475	763	449	505	300	489	289
53,5	1/0	1214	719	1145	669	780	463	749	441
67,4	2/0	1484	877	1385	807	966	573	921	540
85,0	3/0	1807	1068	1668	968	1192	706	1127	660
107,2	4/0	2189	1292	1996	1154	1463	867	1370	799
126,4	250	2487	1467	2273	1309	1679	993	1578	918
177,0	350	3210	1891	2890	1652	2226	1316	2067	1194
253,0	500*	---	---	---	---	2235	1090	2235	1090

Figura 70. Cómputo de la caída de voltaje en circuitos secundarios kVA-m para 1 % de caída de voltaje en redes subterráneas.

Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

CONDUCTOR		kVA - m		kVA - m		kVA - m	
SECCIÓN mm ²	CALIBRE AWG o MCM	380 V		440 V		480 V	
		COBRE	ALUMINIO	COBRE	ALUMINIO	COBRE	ALUMINIO
13,3	6	976	607	1309	814	1557	969
21,2	4	1511	951	2026	1274	2411	1517
33,6	2	2311	1474	3098	1976	3687	2352
53,5	1/0	3444	2252	4617	3019	5495	3593
67,4	2/0	4163	2767	5581	3709	6642	4414
85,0	3/0	5004	3384	6709	4536	7985	5399
107,2	4/0	5970	4109	8005	5509	9526	6556
126,4	250	6706	4673	8991	6265	10700	7456
177,0	350	8421	6064	11290	8131	13436	9676
253,0	500*	---	10782	---	14455	---	17203

Figura 71. Cómputo de la caída de voltaje en circuitos secundarios kVA-m para 1 % de caída de voltaje, voltaje industrial

Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

Capacidad seccionadores fusible

Equipo de Protección y Seccionamiento	Parámetro de Selección	Corriente Nominal [A]	Funcionalidad
Reconectador	Estudios de acuerdo a necesidad	---	Deben usarse principalmente sobre la troncal para seccionarla e impedir que salgan de servicio alimentadores, en puntos donde se tienen las derivaciones importantes y en redes que tengan un alto índice de fallas temporales.
Seccionalizador	Estudios de acuerdo a necesidad	---	Aísla automáticamente las fallas en las líneas de distribución, se instala necesariamente aguas abajo de un reconectador.
Seccionador fusible unipolar	Funcionalidad, corriente nominal	100	Protección específica a equipos como transformadores (lado de medio voltaje), bancos de capacitores, derivaciones etc.

Equipo de Protección y Seccionamiento	Parámetro de Selección	Corriente Nominal [A]	Funcionalidad
Seccionador fusible unipolar con dispositivo rompearco	Funcionalidad, corriente nominal	100 200	Protección de un conjunto de transformadores o tramo de red. También es útil en derivaciones de red, para abrir o cerrar ramales.
Seccionador barra unipolar con dispositivo rompearco	Funcionalidad, corriente nominal	300	Permite realizar maniobras como interconexiones, transferencias de carga y permite el seccionamiento de líneas
Seccionador tipo switch	Funcionalidad, corriente nominal	600	Utilizada en subestaciones de distribución de 6,3 kV realizar maniobras

Figura 72. Equipos de protección utilizados en red aérea
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

Cálculo del esfuerzo del poste

ESFUERZO HORIZONTAL UTIL - kg (1)	LONGITUDES - m				
	9	10	11	11,5	12,5
200	x	x	x	x	
300		x		x	x
400			x	x	
500		x		x	x
800	x	x		x	
1200	x	x		x	

Figura 73. Longitudes y esfuerzos normales de postes de hormigón
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

LONGITUD TOTAL m	DIMENSIONES MÍNIMAS EN LA PUNTA cm	ESFUERZO HORIZONTAL ÚTIL kg	PESO (1) (2) kg
9,0	14,5 ϕ	200	660
10,0			765
11,0			880
11,5			940
10,0	14,5 ϕ /	300	780
11,5	14,5 x 14,5		965
12,5			1030
11,0	14,5 ϕ	400	955
11,5			1175
10,0	14,5 ϕ /	500	965
11,5			1190
12,5			1355
9,0	14,5 ϕ	800	1145
10,0			1330
11,5			1630
9,0	14,5 ϕ	1200	1210
10,0			1510
11,5			1720

Figura 74. Peso aproximado y esfuerzos normales de postes de hormigón
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

Vano requerido

CONDUCTOR ASC
 (ESFUERZO POR CONDUCTOR)
 $P = 39\phi \times L$ (kg)
 ϕ = DIÁMETRO DEL CONDUCTOR (mm)
 L = VANO MEDIO (m)

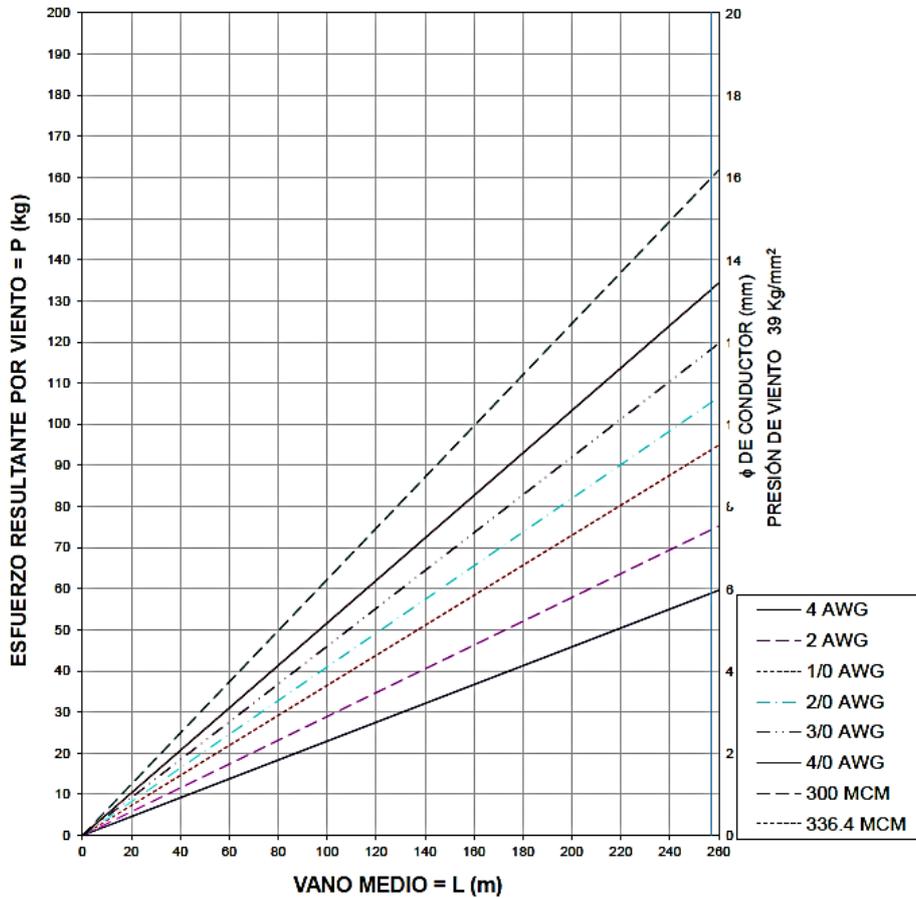


Figura 75. Vano requerido según esfuerzo y tipo de cable
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

Dimensiones cabinas, zanjas y pozos

TIPOS	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
Tipo A	0,60	0,60	0,75
Tipo B	0,90	0,90	0,90
Tipo C	1,20	1,20	1,20
Tipo D	1,60	1,20	1,50
Tipo E	2,50	2,00	2,00

Figura 76. Dimensiones según tipos de pozos.
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

TIPOS	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Aplicación
Tipo A	0,60	0,60	0,75	APG- Acometida
Tipo B	0,90	0,90	0,90	BV-APG
Tipo C	1,20	1,20	1,20	MV-BV-APG
Tipo D	1,60	1,20	1,50	MV-BV-APG
Tipo E	2,50	2,00	2,00	MV-BV-APG

Figura 77. Dimensiones para pozos de servicio eléctrico.
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

Caída de tensión alumbrado público

Tipo de vía	Parámetros Fotométricos					Altura Recomendada Montaje [m]	Potencia Luminaria
	Lp Mínimo [cd/m ²]	Uo Mínimo	T.I. Máximo [%]	UL Mínimo	SR Mínimo		
Colectora Arterial Principal Arterial Secundaria Expresa	2,0	0,4	10	0,7	0,5	11 a 12	400 W (1) (3) (6)
Local A	2,0	0,4	10	0,7	0,5	11 a 12	400 W (1) (3) (6)
Local B	2,0	0,4	10	0,7	0,5	11 a 12	400 W (1) (3) (6)
Local C	1,5	0,4	10	0,7	0,5	11 a 12	250 W (1) (3) (6)
Local D a F	1,00	0,4	10	N.R. (4)	N.R. (4)	8 a 8,5 m	150 W (2)
Local G a J	0,8	0,4	10	N.R. (4)	N.R. (4)	8 a 8,5 m	100 W (2)
Peatonal A, B y Escalinatas	0,8	0,4	10	N.R. (4)	N.R. (4)	8 a 8,5 m	100 W (2)

Figura 78. Potencia de luminaria de vapor de sodio en función de tipo de vía.
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

Distancias mínimas de seguridad

TIPO DE VIA	ZONA	A LO LARGO SOBRE ACERAS		CRUCES	
		M.V.	B.V.	M.V.	B.V.
EXPRESA	URBANA	7,0	6,5	NO	NO (1)
ARTERIALES PRINCIPALES		7,0	6,5	NO	5,6
ARETERIALES SECUNDARIAS		7,0	6,0	10,0	5,6
COLECTORAS		6,0	5,5	10,0	5,6
LOCALES		5,6	5,0	10,0	5,0
CALLES Y CAMINOS	RURAL	5,6	5,0	10,0	5,6
ESPACIOS ABIERTOS SOLO TRANSITO PEATONAL		4,4	3,8	10,0	
LINEAS FERREAS NO ELECTRIFICADAS	OTROS	8,1	7,5	10,0	7,0

Figura 79. Altura recomendada de conductores aéreos
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

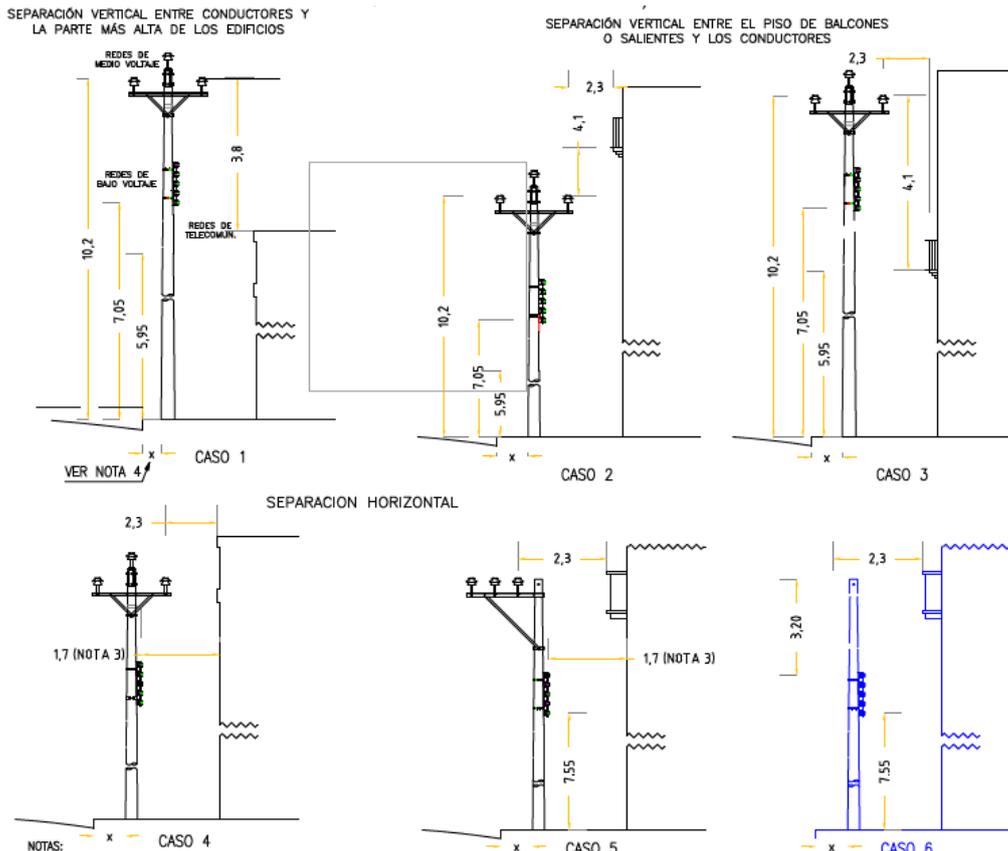


Figura 80. Distancias de seguridad recomendada de conductores aéreos
Fuente. (Empresa Eléctrica Quito S. A., 2021)

- **Empresa Eléctrica Regional de SUR:** Contiene los formatos para la presentación de los anexos y planos; así como las normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales.

Estratos de normativas analizadas y Demanda máxima proyectada:

Sector Urbano

ÁREA PROMEDIO DE LOTES [m ²]	TIPO DE USUARIO	DMUp [kVA] [10 años]
A > 400	A	4.48
300 < A < 400	B	2.35
200 < A < 300	C	1.33
100 < A < 200	D	0.82
A < 100	E	0.56

Sector Rural

TIPO DE SECTOR	TIPO DE CLIENTE	DMUp [kVA] [10 años]
Periferia Ciudad	F	0.60
Centro Parroquial	G	0.50
Rural	H	0.40

Figura 81. Demanda máxima unitaria proyectada, urbanizaciones, lotizaciones y proyectos rurales
Fuente. (EERS.SA, 2012)

NÚMERO DE USUARIOS	URBANO					RURAL		
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	4.48	2.35	1.33	0.82	0.56	0.60	0.50	0.40
2	8.39	4.40	2.49	1.54	1.05	1.12	0.94	0.75
3	12.12	6.36	3.60	2.22	1.51	1.62	1.35	1.08
4	15.72	8.25	4.67	2.88	1.97	2.11	1.75	1.40
5	19.24	10.09	5.71	3.52	2.41	2.58	2.15	1.72
6	22.70	11.91	6.74	4.15	2.84	3.04	2.53	2.03
7	26.10	13.69	7.75	4.78	3.26	3.50	2.91	2.33
8	29.45	15.45	8.74	5.39	3.68	3.94	3.29	2.63
9	32.77	17.19	9.73	6.00	4.10	4.39	3.66	2.93
10	36.05	18.91	10.70	6.60	4.51	4.83	4.02	3.22
11	39.30	20.61	11.67	7.19	4.91	5.26	4.39	3.51
12	42.52	22.30	12.62	7.78	5.31	5.69	4.75	3.80
13	45.72	23.98	13.57	8.37	5.71	6.12	5.10	4.08
14	48.89	25.64	14.51	8.95	6.11	6.55	5.46	4.37
15	52.04	27.30	15.45	9.53	6.51	6.97	5.81	4.65
16	55.17	28.94	16.38	10.10	6.90	7.39	6.16	4.93
17	58.29	30.57	17.30	10.67	7.29	7.81	6.51	5.20
18	61.38	32.20	18.22	11.24	7.67	8.22	6.85	5.48
19	64.46	33.81	19.14	11.80	8.06	8.63	7.19	5.76
20	67.53	35.42	20.05	12.36	8.44	9.04	7.54	6.03
21	70.58	37.02	20.95	12.92	8.82	9.45	7.88	6.30
22	73.62	38.62	21.85	13.47	9.20	9.86	8.22	6.57
23	76.64	40.20	22.75	14.03	9.58	10.26	8.55	6.84
24	79.65	41.78	23.65	14.58	9.96	10.67	8.89	7.11
25	82.65	43.36	24.54	15.13	10.33	11.07	9.22	7.38
26	85.64	44.92	25.42	15.68	10.71	11.47	9.56	7.65
27	88.62	46.48	26.31	16.22	11.08	11.87	9.89	7.91
28	91.58	48.04	27.19	16.76	11.45	12.27	10.22	8.18
29	94.54	49.59	28.07	17.30	11.82	12.66	10.55	8.44
30	97.49	51.14	28.94	17.84	12.19	13.06	10.88	8.70
31	100.43	52.68	29.81	18.38	12.55	13.45	11.21	8.97
32	103.36	54.22	30.68	18.92	12.92	13.84	11.54	9.23
33	106.28	55.75	31.55	19.45	13.28	14.23	11.86	9.49
34	109.19	57.28	32.42	19.99	13.65	14.62	12.19	9.75
35	112.09	58.80	33.28	20.52	14.01	15.01	12.51	10.01
36	114.99	60.32	34.14	21.05	14.37	15.40	12.83	10.27
37	117.88	61.83	35.00	21.58	14.74	15.79	13.16	10.53
38	120.76	63.35	35.85	22.10	15.10	16.17	13.48	10.78
39	123.64	64.85	36.70	22.63	15.45	16.56	13.80	11.04
40	126.50	66.36	37.56	23.15	15.81	16.94	14.12	11.29
41	129.36	67.86	38.41	23.68	16.17	17.33	14.44	11.55
42	132.22	69.36	39.25	24.20	16.53	17.71	14.76	11.81
43	135.07	70.85	40.10	24.72	16.88	18.09	15.07	12.06
44	137.91	72.34	40.94	25.24	17.24	18.47	15.39	12.31
45	140.74	73.83	41.78	25.76	17.59	18.85	15.71	12.57
46	143.57	75.31	42.62	26.28	17.95	19.23	16.02	12.82
47	146.40	76.79	43.46	26.80	18.30	19.61	16.34	13.07
48	149.21	78.27	44.30	27.31	18.65	19.98	16.65	13.32
49	152.03	79.75	45.13	27.83	19.00	20.36	16.97	13.57
50	154.83	81.22	45.97	28.34	19.35	20.74	17.28	13.82

Figura 82. Demanda máxima proyectada
Fuente. (EERS.SA, 2012)

Factor de sobrecarga:

CATEGORÍA	FS
A	0,9
B y C	0,8
D...H	0,7

Figura 83. Factor (FS) de sobrecarga de transformadores
Fuente. (EERS.SA, 2012)

Vano requerido

Sistema Trifásico		Sistema Monofásico	
Vano [m]	Número de Postes	Vano [m]	Número de Postes
a < 200	1	a < 700	1
200 < a < 400	2	a > 700	2
400 < a < 700	3		
a > 700	4		

Figura 84. Número de postes requeridos de acuerdo a longitud de vano en MT
Fuente. (EERS.SA, 2012)

Dimensiones cabinas, zanjas y pozos

Tipo	Dimensiones Netas Pozo [cm]	Material Paredes	Uso
A	150 x 80 x 150	H° simple	Media y Baja tensión
B	68 x 68 x 120	Ladrillo	Media y Baja tensión
C	50 x 50 x 40	Ladrillo	Baja Tensión y Alumbrado Público
D	30 x 30 x 40	Ladrillo	Baja Tensión y Alumbrado Público

Figura 85. Normas de dimensionamiento para pozos de revisión
Fuente. (EERS.SA, 2012)

Cálculo alumbrado público

Clase de Alumbrado	L (cd/m ²) Mantenimient o Mínimo	U _o Mínimo	TI % Máximo	U _L Mínimo	SR Mínimo
M1	2.00	0.4	10	0.7	0.5
M2	1.50	0.4	10	0.7	0.5
M3	1.00	0.4	10	0.5	0.5
M4	0.75	0.4	15	NR	NR
M5	0.50	0.4	15	NR	NR
NR no es requerido					

Figura 86. Requerimientos de alumbrado para tráfico vial, basados en la luminancia sobre la superficie de la vía.
Fuente. (EERS.SA, 2012)

- **República Dominicana Superintendencia de Electricidad:** Contiene las normas de diseño y construcción para redes de eléctricas de distribución.

Estratos de normativas analizadas:

APLICACION	DE TRANSFORMADOR MONOFASICO	DE TRANSFORMADOR TRIFASICO
Residencial Urbana	120 – 240 V	120 / 208 V
Residencial Rural	120 – 240 V	120 / 208 V
Residencial e Industrial		127 / 220 V
Industrial		254 / 440 V

Figura 87. Tensión de servicio en baja BT según tipo de usuario
Fuente. (Superintendencia de Electricidad, 2015)

Demanda máxima proyectada:

Clasificación del cliente respecto a demanda proyectada	
Cliente	Demanda
Baja tensión	≤ 10 kW
Media tensión	> 10 kW

Figura 88. Demanda máxima proyectada
Fuente. (Superintendencia de Electricidad, 2015)

Factor de coincidencia:

NUMERO DE SUMINISTROS	1	2 a 4	5 a 15	> 15
COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD	1,0	0,8	0,6	0,4

Figura 89. Coeficiente de simultaneidad
Fuente. (Superintendencia de Electricidad, 2015)

Porcentaje caída de tensión MT

NIVEL DE TENSION DE LA RED	VALOR MAXIMO DE REGULACION (%)	
	SECTOR URBANO	SECTOR RURAL
120 – 240 V	5,0	7,0
120 / 208 V	5,0	5,0

Figura 90. Límites de Regulación de Tensión
(desde bornes secundarios de transformador a caja de derivación).
Fuente. (Superintendencia de Electricidad, 2015)

Porcentaje caída de tensión redes subterráneas

NIVEL DE TENSION DE LA RED	PERDIDAS DE POTENCIA (%)			PERDIDAS DE ENERGIA (%)		
	SECTOR URBANO		SECTOR RURAL	SECTOR URBANO		SECTOR RURAL
	Red Aérea	Red Soterrada	Red Aérea	Red Aérea	Red Soterrada	Red Aérea
120 - 240 V	2,5	2,5	3,0	2,0	2,0	5,0
120 / 208 V	2,5	2,5	3,0	2,0	2,0	5,0

Figura 91. Pérdidas máximas de potencia y energía en baja tensión
Fuente. (Superintendencia de Electricidad, 2015)

Capacidad seccionadores fusible

TIPO DE FUSIBLE	REACCION	RELACION DE VELOCIDAD ^{1,2}	APLICACION
H	Extra Rápido	Varía entre 4 a 6 A y 6 a 100 A	Protección por el lado primario de transformadores pequeños y/o en lugares donde se utilizan equipos electrónicos sensibles o que exijan una protección rápida como hospitales o centros de cómputo.
K	Rápido	Varía entre 6 a 6 A y 8 a 200 A	Protección de líneas de distribución.
T	Lento	Varía entre 10 a 6 A y 13 a 200 A	Coordinación de Reconectores y Capacitores.

Figura 92. Tipos de fusibles.

Fuente. (Superintendencia de Electricidad, 2015)

Cálculo del esfuerzo del poste

CODIGO	DESCRIPCION
PMC-300-7	Poste de Metálico de Chapa - 300 daN - 7.5 m (25')
PMC-300-9	Poste de Metálico de Chapa - 300 daN - 9 m (30')
PMC-300-10	Poste de Metálico de Chapa - 300 daN - 10.5 m (35')
PMC-500-10	Poste de Metálico de Chapa - 500 daN - 10.5 m (35')
PMC-500-12	Poste de Metálico de Chapa - 500 daN - 12 m (40')
PMC-600-12	Poste de Metálico de Chapa - 600 daN - 12 m (40')
PMC-800-10	Poste de Metálico de Chapa - 800 daN - 10.5 m (35')
PMC-800-12	Poste de Metálico de Chapa - 800 daN - 12 m (40')
PMC-800-14	Poste de Metálico de Chapa - 800 daN - 14 m (45')
PMC-1200-12	Poste de Metálico de Chapa - 1200 daN - 12 m (40')
PMC-1200-14	Poste de Metálico de Chapa - 1200 daN - 14 m (45')
PMC-1600-12	Poste de Metálico de Chapa - 1600 daN - 12 m (40')
PMC-1600-14	Poste de Metálico de Chapa - 1600 daN - 14 m (45')
PMC-2000-12 (*)	Poste de Metálico de Chapa - 2000 daN - 12 m (40')
PMC-2000-14 (*)	Poste de Metálico de Chapa - 2000 daN - 14 m (45')
PMC-2500-12 (*)	Poste de Metálico de Chapa - 2500 daN - 12 m (40')
PMC-2500-14 (*)	Poste de Metálico de Chapa - 2500 daN - 14 m (45')
PMC-3000-12 (*)	Poste de Metálico de Chapa - 3000 daN - 12 m (40')
PMC-3000-14 (*)	Poste de Metálico de Chapa - 3000 daN - 14 m (45')

Figura 93. Postes Metálico de chapa.

Fuente. (Superintendencia de Electricidad, 2015)

CODIGO	DESCRIPCION
HPV-300-7	Poste de Hormigón Pretensado Vibrado - 300 daN – 7.5 m (25')
HPV-300-9	Poste de Hormigón Pretensado Vibrado - 300 daN - 9 m (30')
HPV-300-10	Poste de Hormigón Pretensado Vibrado - 300 daN - 10.5 m (35')
HPV-500-10	Poste de Hormigón Pretensado Vibrado - 500 daN - 10.5 m (35')
HPV-500-12	Poste de Hormigón Pretensado Vibrado - 500 daN - 12 m (40')
HPV-600-12	Poste de Hormigón Pretensado Vibrado - 600 daN - 12 m (40')
HPV-600-14	Poste de Hormigón Pretensado Vibrado - 600 daN - 14 m (45')
HPV-800-10	Poste de Hormigón Pretensado Vibrado - 800 daN – 10.5 m (35')
HPV-800-12	Poste de Hormigón Pretensado Vibrado - 800 daN - 12 m (40')
HPV-800-14	Poste de Hormigón Pretensado Vibrado - 800 daN - 14 m (45')

Figura 94. Postes de Hormigón pretensado vibrado.
Fuente. (Superintendencia de Electricidad, 2015)

CODIGO	DESCRIPCION
M-9 - C3	Poste de madera de 9 m (30') clase 3
M-10 - C3	Poste de madera de 10.5 m (35') clase 3
M-10 - C1	Poste de madera de 10.5 m (35') clase 1
M-12 - C3	Poste de madera de 12 m (40') clase 3
M-12 - C1	Poste de madera de 12 m (40') clase 1
M-14 - C3	Poste de madera de 14 m (45') clase 3
M-14 - C1	Poste de madera de 14 m (45') clase 1

Figura 95. Postes de madera.
Fuente. (Superintendencia de Electricidad, 2015)

Cálculo de alumbrado público

Clase de Alumbrado	L (cd/m ²) Mantenimiento o Mínimo	U _o Mínimo	TI % Máximo	U _L Mínimo	SR Mínimo
M1	2.00	0.4	10	0.7	0.5
M2	1.50	0.4	10	0.7	0.5
M3	1.00	0.4	10	0.5	0.5
M4	0.75	0.4	15	NR	NR
M5	0.50	0.4	15	NR	NR
NR no es requerido					

Figura 96. Requerimientos de alumbrado para tráfico vial, basados en la luminancia sobre la superficie de la vía.

Fuente. (Superintendencia de Electricidad, 2015)

Colombia Empresa de Energía Eléctrica Pereira: Contienen las guías metodológicas propuestas por el gobierno colombiano y las Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas de la empresa de Pereira.

Estratos de normativas analizadas, Demanda máxima proyectada y Factor de coincidencia:

No Usuarios	ESTRATO 1-2				ESTRATO 3-4				ESTRATO 5-6			
	kVA por Usuario 1-2	kVA Totales	kVA Trafo 1φ	% USO	kVA por Usuario 3-4	kVA Totales	kVA Trafo 1φ	% USO	kVA por Usuario 5-6	kVA Totales	kVA Trafo 1φ	% USO
1	1.19	1.19	3	39.81	2.75	2.75	3	91.52	3.72	3.72	5	74.30
2	0.83	1.66	3	55.41	1.55	3.10	3	103.47	2.28	4.57	5	91.32
3	0.71	2.13	3	71.01	1.15	3.46	5	69.26	1.81	5.42	5	108.35
4	0.65	2.60	3	86.58	0.96	3.82	5	76.43	1.57	6.27	5	125.37
5	0.61	3.06	3	102.15	0.90	4.50	5	90.00	1.42	7.12	5	142.40
6	0.59	3.53	3	117.72	0.85	5.09	5	101.74	1.33	7.97	10	79.70
7	0.57	4.00	3	133.35	0.81	5.68	5	113.53	1.26	8.82	10	88.19
8	0.56	4.47	3	148.92	0.78	6.25	10	62.53	1.21	9.65	10	96.47
9	0.55	4.94	5	98.74	0.76	6.85	10	68.53	1.17	10.52	10	105.22
10	0.54	5.40	5	108.09	0.74	7.44	10	74.43	1.14	11.37	10	113.72
11	0.53	5.87	5	117.32	0.73	8.03	10	80.29	1.11	12.22	10	122.25
12	0.53	6.34	5	126.79	0.72	8.62	10	86.18	1.09	13.08	10	130.77
13	0.52	6.81	5	136.19	0.71	9.21	10	92.08	1.07	13.93	10	139.28
14	0.52	7.28	5	145.53	0.70	9.80	10	97.97	1.06	14.78	15	98.53
15	0.52	7.74	10	77.42	0.69	10.38	10	103.82	1.04	15.62	15	104.17
16	0.51	8.21	10	82.08	0.69	10.97	10	109.73	1.03	16.48	15	109.84
17	0.51	8.68	10	86.75	0.68	11.56	10	115.59	1.02	17.33	15	115.55
18	0.51	9.14	10	91.45	0.68	12.15	15	81.00	1.01	18.18	15	121.18
19	0.51	9.61	10	96.10	0.67	12.74	15	84.93	1.00	19.03	15	126.88
20	0.50	10.08	10	100.80	0.67	13.33	15	88.86	0.99	19.88	15	132.55
21	0.50	10.55	10	105.46	0.66	13.91	15	92.74	0.99	20.73	15	138.20
22	0.50	11.02	10	110.19	0.66	14.50	15	96.69	0.98	21.59	25	86.34
23	0.50	11.49	10	114.89	0.66	15.09	15	100.60	0.98	22.43	25	89.72

Figura 97. Demanda diversificada acumulada por estratos socioeconómicos
Fuente. (Energía de Pereira, 2017)

Porcentaje caída de tensión BT y Porcentaje caída de tensión redes subterráneas

Elemento del Sistema	Área a Alimentar	Límites para la Regulación		Regulación Máxima Permitida (%)
		Desde	Hasta	
Transformador	Urbana, Rural			2.5
Red 240 V	Urbana	Salida transformador	Acometida a último cliente	5.0
Red 240 V	Rural	Salida transformador	Acometida a último cliente	5.0
Acometida	Urbana	Caja portabornera de derivación	Contador	0.5
Acometida	Rural	Caja portabornera de derivación	Contador	0.5
Alumbrado público	Urbano	Salida transformador	Última luminaria instalada	RETILAP (5%)

Figura 98. Regulación máxima permitida
Fuente. (Energía de Pereira, 2017)

Capacidad seccionadores fusible

kVA (3Φ)	A (tipo K)
75	2
100	2
112.5	3
150	4
225	5
250	6
300	7
315	8
400	10
500	12
630	15
750	20
800	20
1000	25
1250	30
1600	40
2000	50
2500	60
3000	70

Figura 99. Fusibles para transformadores de 33 kV
Fuente. (Energía de Pereira, 2017)

FUSIBLES TIPO K			
kVA (3Φ)	A	kVA (3Φ)	A
15	1	150	10
30	2	225	12
45	3	250	15
50	3	300	20
75	5	315	20
100	6	400	25
112.5	7	500	30

Figura 100. Fusibles para transformadores de 13.2 kV
Fuente. (Energía de Pereira, 2017)

kVA (3Φ)	Fusibles	
	Bayoneta A	Limitador A
45	10	40
75	10	40
112.5	15	50
150	15	50
225	25	80
300	25	80
400	40	100
500	40	100

Figura 101. Fusibles para transformadores tipo pedestal trifásico a 13.2 kV
Fuente. (Energía de Pereira, 2017)

Vano requerido

Tipo de apoyo	Longitud del vano m
Apoyo en cruceta de 2.4 m	$a \leq 200$
Apoyo en H	$200 < a \leq 400$
Apoyo en tormenta	$400 < a < 600$

Figura 102. Vano para diferentes distancias de apoyo de conductores
Fuente. (Energía de Pereira, 2017)

Tipo de línea	Calibre conductores	Altura poste m	13.2 kV	
			Resistencia del poste kg	
			750	1050
Un solo circuito	3 x 1/0 AWG	12	190 m	210 m
	3 x 2/0 AWG		170 m	200 m
	3 x 4/0 AWG		135 m	195 m

Figura 103. Vanos máximos sin retenidas laterales, para redes rurales
Fuente. (Energía de Pereira, 2017)

Dimensiones cabinas, zanjas y pozos

Tensión Fase-Fase V	Profundidad ducto m
Alumbrado público	0.50
0 a 600	0.60
601 a 34500	0.75

Figura 104. Profundidades mínimas de enterramiento de redes de distribución.
Fuente. (Energía de Pereira, 2017)

Distancias mínimas de seguridad

Nivel Inferior	Nivel Superior	
	Neutro	12.47 kV 34.5 kV
Conductores de neutro efectivamente puesto a tierra, retenidas aéreas.	0.3 (0.98 pies)	0.5 (1.64 pies)
Cables y conductores, retenidas de comunicación.	---	0.6 (1.97 pies)
Conductores suministradores hasta 750 V. (*)	---	0.5 (1.64 pies)
Conductores suministradores desde 750 V a 22 kV.	---	0.6 (1.97 pies)

Figura 105. Distancias verticales de seguridad en los cruzamientos (m)
Fuente. (Energía de Pereira, 2017)

Anexo 3. Certificado de traducción del resumen



Yo, Freddy P. Castillo H., profesor de Wei ENGLISH INSTITUTE;

Certifico:

Que tengo el conocimiento y dominio de los idiomas español e inglés y que las traducciones de los siguientes:

**RESUMEN DE TESIS DEL TEMA “ANÁLISIS DE LAS
NORMATIVAS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REDES
ELÉCTRICAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE LAS EMPRESAS
DISTRIBUIDORAS DEL ECUADOR”**

para: **REMACHE CAMPOVERDE ALEXIS DANIEL**

es verdadero y correcto a mi mejor saber y entender, sin haber cambiado, aumentado o disminuido su sentido en ninguna línea o párrafo del mismo.

FREDDY PAUL CASTILLO HOYOS
FREDDY PAUL
CASTILLO HOYOS
2023.03.03 09:10:26
-05'00'

Firmado electrónicamente en Loja a los dos días del mes de marzo de 2023