

PARTE III

REDES AÉREAS.

3.1 ALCANCE Y OBJETIVOS.

La presente guía, tiene el propósito de constituir un conjunto de criterios técnicos y recomendaciones de orden práctico, para guiar y orientar el diseño y construcción de redes de distribución aéreas en el área de servicio de la empresa.

3.2 CAMPO DE APLICACIÓN.

Se establecerá los parámetros que en función de los antecedentes del proyecto y de los criterios técnicos y económicos aplicables al caso específico determinan, en forma preliminar, valores límites, rangos de capacidades de los equipos, dimensiones mínimas de los componentes, disposiciones a considerar, etc., dentro de los cuales se analizarán alternativas y se desarrollarán los cálculos para justificar en el paso siguiente la selección definitiva de la configuración de la red, localización, dimensiones y capacidades de sus elementos.

3.3 AÉREAS DE CONSUMO.

En el área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S. A., en el propósito de la utilización de la guía se realiza una división que es:

Zonas urbanas que comprenden las superficies consolidadas de las cabeceras cantonales.

Zonas rurales son consideradas las áreas restantes de las cabeceras cantonales.

3.4 PARÁMETROS DE DISEÑO.

El dimensionamiento de los elementos que constituyen las redes de distribución, debe ser realizado en función de un análisis preliminar que le permita al proyectista fundamentar un estudio técnico – económico. Para este propósito, se establecen los criterios que deben ser considerados, los valores de referencia y los procesos de cálculo.

3.4.1 CATEGORIZACIÓN DEL CLIENTE.

Para la determinación del tipo de cliente se ha tomado en cuenta las características constructivas para proyectos y parámetros como el estándar de vida de los habitantes también los servicios que presenten como: calidad de vías, agua potable, alcantarillado y el consumo de energía son los factores principales que permiten establecer la siguiente categorización:

➤ Categoría (A)

Se considera en esta categoría a todos los usuarios que su consumo mensual sea igual o mayor a 351 Kwh, dentro de este rango se consideran a las zonas urbanísticas centrales y/o comerciales de los cantones las cabeceras cantonales de la provincia de Cotopaxi, también se toma en cuenta los proyectos residenciales que el proyectista las califique dentro de este tipo.

➤ Categoría (B)

Se considera dentro de esta categoría a los usuarios que su consumo mensual este entre los 111 a 350 Kwh, siendo los que habitan en la zona periférica de las ciudades y cantones.

➤ Categoría (C)

Se considera dentro de esta categoría a todos los usuarios que su consumo de energía mensual este entre los 51 a 110 Kwh.

➤ Categoría (D)

Se considera dentro de esta categoría a todos los usuarios que habiten en la zona rural teniendo en cuenta que su consumo sea igual o menos a 50 Kwh.

3.4.2 DEMANDA DE DISEÑO.

Una vez definida la categoría a la cual esta asociada al cliente, es establecida su demanda máxima unitaria para condiciones actuales y con proyección para 10 años.

CUADRO C1. DEMANDA MAXIMA UNITARIA EN CONDICIONES ACTUALES Y PROYECTADAS A 10 AÑOS

CATEGORIA	DMU (KVA)	
	ACTUAL	PROYECTADA (10 años)
A	6,93	7,82
B	1,86	2,07
C	0,92	1,03
D	0,33	0,37

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: Grupo de trabajo.

El complemento de los valores de la demanda requeridos para la determinación de las redes eléctricas, se tabula en base a los resultados anteriores, los valores de las demandas proyectadas diversificadas en función a la cantidad de clientes se muestran en el anexo C1, cuadro C18.

Estas demandas corresponden aquellas determinadas por los clientes del proyecto, para el cálculo de la demanda de diseño se debe considerar los siguientes aspectos:

3.4.2.1 ALUMBRADO.

Es la carga eléctrica que presentan las luminarias a instalarse para la iluminación en vías y espacios públicos.

3.4.2.2 CARGAS PUNTUALES.

Para el caso que se presenten usuarios que dispongan de características especiales como el uso de energía y la demanda, deben ser analizadas con ELEPCO S.A. y definir si deben ser parte de la red primaria o de los circuitos secundarios del proyecto.

La fórmula para determinarse la demanda de diseño en un punto de la red es la que se presenta a continuación:

$$DD = \left(\frac{N^{\circ} usuarios * DMUp}{FDiv} \right)$$

DD= Demanda de Diseño.

DMUp = Demanda máxima unitaria diversificada Proyectada.

F Div= Factor de diversidad.

El cálculo de la demanda de diseño de una red primaria se realiza de una forma similar para el cálculo de la demanda de diseño de la red secundaria y transformadores de distribución.

3.4.3 PERIODOS DE DISEÑO.

Para el dimensionamiento de los componentes de la red deberá considerarse los valores de la demanda de diseño proyectada para los periodos contados a partir de la fecha de ejecución del proyecto.

Red primaria	10 años
Centros de transformación y Red secundaria	10 años

3.4.4 CAÍDAS DE VOLTAJE.

Las caídas de voltaje admisibles en el punto mas alejado de la fuente de alimentación con la demanda de diseño considerada no deberán de exceder para la red secundaria los siguientes valores

Zona Urbana	3.0%
Zona Rural	5.0%

El límite máximo para la caída de voltaje en acometidas no debe exceder el 1%, para la red primaria el valor esta normado por la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi depende de las condiciones de operación de los alimentadores y las previsiones desarrolladas para el planeamiento del sistema de distribución a nivel de primario como referencia el valor de la caída de voltaje en la red primaria es:

Zona Urbana	4.0%
Zona Rural	6.0%

3.4.5 TIPO DE INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE CIRCUITOS.

En general las redes de distribución son aéreas y se considera la utilización de redes subterráneas en casos específicos tomando en cuenta la ubicación relativa del proyecto y las características de las obras urbanísticas sobre la base de definiciones impuestas por el Ilustre Municipio o la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi

La configuración de los circuitos son radiales los alimentadores primarios son trifásicos en sus recorridos principales y monofásicos a una o dos fases para los ramales y ramales trifásicos previa solicitud.

Para los circuitos principales el conductor tendrá el calibre indicado en la factibilidad de servicio como referencia se considera 1/0AWG como dato de protección se debe considerar para los ramales monofásicos que su carga total no sobrepase el 5% de la carga total del alimentador, para los circuitos secundarios la configuración es en función del tipo de usuario.

CUADRO C2. CONFIGURACIÓN DE LOS CIRCUITOS SECUNDARIOS.

CATEGORIAS	CONFIGURACION DE LA RED SECUNDARIA	
	TRIFASICA	MONOFASICA
A	X	
B	X	X
C	X	X
D		X

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A.

3.4.6 ALUMBRADO EN VÍAS.

El objeto del alumbrado público es proporcionar la visibilidad adecuada para el desarrollo normal de las actividades tanto vehiculares como peatonales en vías públicas, parques públicos, y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio. De igual manera, debe permitir a los conductores circular durante las horas de oscuridad (noche y madrugada) en condiciones adecuadas de seguridad, comodidad y velocidad similares a las que se presentan en las horas del día (mañana y tarde).

Los conductores deben percibir eficazmente no solo los bordes de la vía y la superficie de ella, sino también su geometría, curvas, baches, etc. y los obstáculos o peatones estáticos o móviles situados sobre la calzada.

El mejoramiento de las condiciones de visibilidad constituye un medio eficaz para reducir la frecuencia de los accidentes y para aumentar la capacidad de tránsito. La iluminación pública, realizada correctamente, permite descongestionar parcialmente el tránsito de día, desplazándolo hacia el tránsito de noche. Por otra parte, el alumbrado debe permitir a otros transeúntes de la vía (peatones, ciclistas, etc.) ver sin riesgo de error o de deslumbramiento todo vehículo que se acerque. Esto es aplicable tanto al peatón que cruza la vía, como al que se dispone a hacerlo.

3.4.6.1 SEGURIDAD.

La seguridad se logra si el alumbrado permite a los usuarios que circulan a velocidad normal evitar un obstáculo cualquiera. La iluminación debe permitir, en particular, ver a tiempo los bordes, las aceras, separadores, encrucijadas, señalización vial, es decir, toda la geometría de la vía.

- La seguridad de un peatón se logra si puede distinguir este obstáculo a una distancia hasta de 10 m.
- La seguridad de un automovilista depende esencialmente de su velocidad. A velocidad media (60 km/h), él debe percibir este obstáculo a una distancia hasta de 100 m. Para velocidades más altas, esta distancia oscila entre 100 m y 200 m.

La noción de seguridad resultante del alumbrado público no es la misma en carreteras que en la ciudad.

En el primer caso, el alumbrado interesa sobre todo al automovilista que circula a una velocidad relativamente alta sobre una carretera, donde, los obstáculos fijos o móviles son raros. Por el contrario, en ciudades, la circulación es más densa y los obstáculos son generalmente más frecuentes, pero la velocidad de circulación es generalmente menor. Se concibe, pues, que según el objeto que se persiga la elección del sistema de alumbrado se verá influenciada por la densidad, naturaleza y velocidad de circulación.

3.4.6.2 COMODIDAD.

La comodidad de un sistema de alumbrado depende del patrón de luminancia, de su uniformidad, del nivel de iluminación, del grado de deslumbramiento y de la disposición y naturaleza de las fuentes luminosas. Estos criterios deben ser escogidos de tal manera que se propenda por el confort y la seguridad.

En efecto, es conveniente iluminar también las aceras y fachadas, tener en cuenta el color de la luz con el fin de crear un ambiente luminoso agradable; todo esto evitando el deslumbramiento directo, debido a las fuentes, o indirecto, debido a los objetos

brillantes que se encuentran sobre la calzada. A todo esto se agrega la noción de estética que complementa la noción de comodidad.

En las carreteras y en las vías de penetración, la iluminación debe, además, asegurar una continuidad óptica para permitir a los conductores circular a buena velocidad observando fácilmente toda la geometría de la vía.

3.4.6.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DETERMINACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO.

Conforme al objeto del alumbrado público definido anteriormente, la solución de una necesidad de alumbrado público exige el análisis previo de los siguientes puntos:

- La complejidad y la velocidad de la vía. Se refiere a su infraestructura, movimiento de tráfico y alrededores visuales. Se deben considerar los siguientes factores: número de carriles, inclinación, letreros y señales, entrada y salida de rampas, intersecciones y otros sitios que se consideran como áreas conflictivas.
- Control de tráfico: Control de tráfico, se refiere a la presencia de letreros y señales, así como a la existencia de regulaciones. Los métodos de control son: semaforización, señales, avisos y demarcación de la vía. Cuando estos elementos no existen o son esporádicos, el control se considera escaso.
- Separación. La separación, puede ser por medio de carriles específicos ó por normas que regulan la restricción para uno o varios de los tipos de tráfico. El menor grado se recomienda cuando existe esta separación.

- Tipos de usuarios de la vía. Los diferentes tipos de usuarios de la vía son: automóviles, camiones, vehículos lentos, buses, ciclistas, motociclistas y peatones.

Además, debe tenerse en cuenta la geometría de la vía (rectilínea, curva, número de carriles de circulación, reglas de tránsito, superficie de la vía, ayudas ópticas que se usan), así como los puntos particulares que se pueden encontrar sobre ella (cruces, puentes, túneles, alrededores, etc.) y el gran total del que forma parte el sitio que se piensa iluminar.

La clasificación de vías con los factores de uniformidad constantes, permite dar indicaciones sobre las necesidades concretas y proveer al autor del proyecto, de guías suficientes para la adopción de una de las soluciones tipo o de una combinación de ellas con los criterios admitidos según el tipo de vía.

CUADRO C3. CLASIFICACIÓN DE VÍAS CON LOS FACTORES DE UNIFORMIDAD CONSTANTES.

TIPO DE VIA	Velocidad de circulación V=(km/h)	Tránsito de vehículos T=vehículos/h	Vano máximo (m)	Altura de poste (m)	Nivel (Luxes)	Nivel (Cd/m²)	Potencia (W)
Autopista, vías expresas	V > 80	T > 1000	45	11- 12	25 - 30	2	250
Vías Principales y troncales	60 < V < 80	500 < T < 1000	40	11	20 - 25	1,8	150
Vías Secundarias	30 < V < 60	250 < T < 500	35	09 - 11	15 - 20	1,5	100
Vías Locales	V < 30	100 < T < 250	30	9	10 - 15	1	70

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A.

Se deberá preverse lámparas de descarga en vapor de sodio de alta presión para los casos en que las vías necesiten una mejor reproducción cromática se podrá utilizar lámparas de mercurio halogenado, para alumbrado ornamental no se rige a criterios específicos si no al presupuesto por el diseñador y se considerara las siguientes especificaciones.

Las instalaciones no deben afectar la vegetación y arboles existentes en el entorno, la iluminación se mantendrá a 23 luxes. Su coeficiente de uniformidad será de 40%, para canchas deportivas deberá cumplir los niveles de iluminación recomendadas, toda red de alimentación deberá ser subterránea con cable TTU las cajas estarán verticales con sus protecciones amplias para su mantenimiento.

3.5 DIMENSIONAMIENTO.

Definimos los parámetros básicos y en función de las características y los requerimientos propios del proyecto, en esta unidad se desarrolla la metodología y los procedimientos para dimensionas los componentes de la red, su distribución y localización.

3.5.1 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO.

3.5.1.1 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

La potencia nominal de los transformadores de distribución a considerar en el proyecto deberá corresponder a uno de los establecidos a continuación:

CUADRO C4. POTENCIA NOMINAL DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

VOLTAJE NOMINAL kVA		NUMERO DE FASES	POTENCIA NOMINAL kVA
Medio voltaje	Bajo voltaje		
13,8	220 / 127	3	15 - 30 - 45 - 50 - 75 - 112,5
	208 / 120		
7,9	240 / 120	1	5 - 10 - 15 - 25 - 37,5 - 50

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A.

Potencias nominales diferentes a las constan en el listado, podrán utilizarse en proyectos en los que se involucren cargas espaciales, limitándose la instalación aérea a potencias inferiores a los 125 kVA.

3.5.1.2 CONDUCTORES Y SECCIONES NORMALES.

Los conductores desnudos para instalación aérea serán preferentemente de aleación de aluminio, para las redes secundarias y del tipo ACSR, en las redes primarias. Las secciones de conductor a utilizarse estarán dentro de los siguientes rangos:

CUADRO C5. SECCIONES DE CONDUCTOR.

REDES	TIPO DE CONDUCTOR	CALIBRE (AWG) O (MCM)	
		min	max
PRIMARIAS	ASCR	1/0	26.8
SECUNDARIAS	AL	1/0	3/0

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A.

El diámetro del conductor de aleación de aluminio deberá corresponder a los calibres normalizados para el conductor ACSR.

En redes trifásicas primarias y secundarias monofásicas a tres hilos, el neutro será de un calibre igual a un paso inferior al de la fase. En redes monofásicas primarias o secundarias a dos conductores, la sección del neutro será igual a la del conductor de fase.

3.5.2 CONFIGURACIÓN DE CIRCUITOS SECUNDARIOS.

Como paso previo por regulación de voltaje en función de la demanda, la configuración del desarrollo urbanístico el tipo de instalación y distribución de cargas deberá efectuar un análisis para determinar la combinación de la capacidad de los transformadores y de la sección de los conductores secundarios que conduzca al costo mínimo y a la utilización más eficiente.

Para el caso de proyectos con cargas homogéneas y uniformemente distribuidas, deberán considerarse dos o más combinaciones alternativas, con las cuales se verificarán tanto el límite de regulación como la carga máxima sobre el transformador, variando sucesivamente la separación entre centros de transformación.

En el Cuadro C6 se tabulan los valores de los transformadores y de la sección del conductor secundario que para casos típicos corresponden a la combinación económica. El calibre del conductor no deberá ser mayor a 1/0 en el sector urbano y rural.

CUADRO C6. SELECCIÓN PRELIMINAR DE CAPACIDADES DE TRANSFORMADORES.

USUARIOS		TRANSFORMADORES	
CATEGORIA	#	# FASES	CAPACIDAD (kVA)
A	20	3	25
	40	3	50
B	13	1	15
	22	1	25
	32	1	25
	54	3	45
	72	3	50
C	26	1	15
	42	1	25
	54	3	25
	60	3	45
D	12	1	5
	20	1	10
	39	1	10

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A.

En todo caso la carga de diseño de los conductores, no deberá exceder del 75% de su capacidad térmica, si el tiempo de utilización a demanda máxima sobrepasa las 4 horas en forma interrumpida.

3.5.2.1 CRUCES.

No se permitirá el cruce de avenidas o calles que superen los 15 metros de ancho, con redes aéreas de bajo voltaje, excepto la corrida del neutro de una red de medio

voltaje. Cuando esto fuera necesario, se deberá realizar la instalación en forma subterránea.

3.5.3 UBICACIÓN Y CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES.

El proyectista deberá determinar la ubicación de los transformadores y la configuración de los circuitos secundarios asociados a cada uno de ellos, de manera tal que en lo posible, los transformadores queden dispuestos en el centro de la carga, esto es, para el caso de cargas uniformemente distribuidas, equidistantes de los extremos de los circuitos secundarios o, para una distribución no uniforme, a distancias inversamente proporcionales a las magnitudes de las cargas; en este caso, es conveniente ubicar el transformador en las proximidades de la carga de mayor significación.

Para establecer la capacidad del transformador de distribución, se escogerá la capacidad nominal estándar superior más próxima a la demanda de diseño obtenida (DD).

Los kVA del transformador deben ser mayores o iguales a la demanda de diseño.

3.5.4 CÓMPUTO DE LA CAÍDA DE VOLTAJE.

3.5.4.1 CIRCUITOS SECUNDARIOS.

Dado que los circuitos secundarios se derivan las acometidas a los clientes a los intervalos y con magnitudes de potencia variable, el proceso de cómputo a seguir para establecer la caída máxima de voltaje, es establecer el valor de la misma para cada una de los tramos del circuito y por adición, el valor final debe ser menor o igual al límite establecido.

En el anexo C2, cuadro C19, se muestra el formato tipo para el cómputo, cuya aplicación se describe a continuación.

- a) Anotar e identificar, tanto los datos generales del proyecto como las características del consumidor, del transformador y de la red, anotados en los espacios correspondientes en la parte superior del formato.

- b) Representar esquemáticamente el circuito, de acuerdo a la configuración del proyecto, con la localización de los postes o puntos de derivación a los abonados y la distancia que existe entre ellos, los mismos que se obtiene de las hojas de estacamiento y se la expresa en metros; además se indicara los siguientes datos del esquema:
 - Numeración de los postes o puntos de derivación, consecutiva a partir del transformador.

 - El total de clientes por tramo y contabilizados desde el punto extremo de la red, hasta el transformador, en el esquema se lo identifica dentro de un circuito.

 - El total de clientes alimentados desde cada uno de los postes o puntos de derivación.

- c) Consignar los datos y resultados en la plantilla en el siguiente orden:
 - Columna 1: se anota la designación del tramo del circuito comprendido entre dos postes o puntos de derivación, partiendo desde el transformador.

 - Columna 2: Anotar la longitud del tramo expresada en metros.

- Columna 3: Anotar el total de clientes asignados en ese tramo.

- Columna 4: A partir de los datos obtenidos, como, el número de abonados por tramo (N) y la categoría del consumidor, obtener la Demanda Proyectada y asignar el valor en esta columna obteniendo del anexo C1. Además se tomara en cuenta la demanda en kVA de cargas especiales y de alumbrado público. Este valor será la demanda máxima proyectada (DMP).

- Columna 5: anotar la configuración de la red que se encuentra en cada tramo, diferenciando el número de fases y de conductores, así:

3F4C para tres fases y cuatro conductores.

1F3C para una fase y tres conductores.

1F2C para una fase y dos conductores.

- Columna 6: anotar la sección transversal o calibre del conductor.

- Columna 7: Anotar el valor de los kVA – m correspondientes al 1% de caída de voltaje para el calibre del conductor que se muestra en los cuadros C21, C22 y C23; la disposición del circuito utilizado en el cómputo, que se presenta en el anexo C4,

- Columna 8: Anotar el valor del producto de las columnas 2 y 4, denominado momento eléctrico.

- Columna 9: Anotar la relación entre las columnas 8 y 7, este valor corresponderá a la caída de voltaje en el tramo.

- Columna 10: Este valor corresponde a la sumatoria de todas las caídas de voltaje parciales de los tramos del circuito, y denominado como caída de voltaje total desde el transformador hacia el extremo del circuito.

- d) Verificar que el resultado de la columna 10 no sobrepase los límites establecidos, este valor se extrae del formato y se consigna en la casilla correspondiente que consta en la parte interior de la hoja.

3.5.4.2 REDES PRIMARIAS.

Para la obtención de la caída de voltaje en este punto se consideran los tramos determinados por la sección de la línea comprendida entre centros de transformación.

En el anexo C3, cuadro C20, se muestra el formato tipo para el cómputo, y cuya aplicación se muestra a continuación:

- a) Anotar los datos generales del proyecto en la parte superior del formato.
- b) Representar de forma esquemática la red a partir del punto de alimentación, con la localización de los transformadores y la distancia existente entre ellos expresada en kilómetros. Los transformadores se identificaran con su número correspondiente y su capacidad de kVA. La empresa eléctrica proveerá la numeración del primer transformador del proyecto a partir del cual la numeración de los demás centros son sucesivos.
- c) Designar cada uno de los puntos de conexión de la línea, los transformadores y los puntos de derivación de los ramales de la red, con una numeración progresiva, partiendo de cero en el punto de alimentación a la red.
- d) Considerar en la plantilla los datos y resultados en el siguiente orden:

- Columna 1: anotar la designación del tramo de la red comprendiendo entre centros de transformación por la numeración que corresponde a sus extremos partiendo del punto de alimentación de la red.
- Columna 2: anotar la longitud del tramo en kilómetros.
- Columna 3: anotar la referencia del transformador correspondiente al extremo de cada tramo.
- Columna 4: anotar la capacidad nominal del transformador expresada en kVA.
- Columna 5: anotar la demanda de diseño acumulada desde el extremo de la red a la fuente.
- Columna 6: anotar el número de fases del alimentador del respectivo tramo.
- Columna 7: anotar la sección o calibre del conductor.
- Columna 8: consignar el valor correspondiente a los kVA-m. Para poder producir 1% de caída de voltaje para la configuración del circuito y el calibre del conductor indicados en la columna 6 y 7, estos proviene del anexo C4.
- Columna 9: este valor corresponde al producto de las columnas 2 y 5 denominado momento eléctrico del tramo.
- Columna 10: este valor es la relación entre la columna 9 y 8, y es la caída de voltaje.

- Columna 11: anotar el valor total de la caída de voltaje, sumando todas las caídas de voltaje parciales, desde el punto de alimentación de la red hasta el extremo más alejado.
- e) Verificar que el valor de caída de voltaje no sea mayor a 1%. De manera que las condiciones de regulación cumplan con los requerimientos técnicos establecidos.

3.5.4.3 RED DE ALUMBRADO PÚBLICO.

Para instalaciones aéreas, las caídas máximas de voltaje admisibles, no excederán el límite establecido para las redes de baja tensión.

3.5.4.4 CONEXIONES A TIERRA.

Las conexiones a tierra del neutro se realizarán en los siguientes puntos del sistema:

- Para redes de distribución en aéreas urbanas: en los centros de transformación y en los terminales del circuito secundario del transformador.
- Para redes de distribución en áreas rurales: similar en la viñeta mencionada anteriormente, para circuitos secundarios prolongados, en puntos intermedios a intervalos de 200 metros.
- Para circuitos primarios y líneas de distribución a 13,8 / 7,9 kV., con neutro continuo: a intervalos de aproximadamente 500 metros en toda su longitud y además, en los puntos terminales.

3.6 SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES.

Se establecen los criterios generales y requerimientos mínimos para la selección y aplicación de los dispositivos de seccionamiento y protección que deberán ser considerados por el proyectista en el diseño de las redes, para alcanzar un índice razonable de confiabilidad para facilitar el trabajo y el mantenimiento de la instalación.

Todos los ramales y derivaciones tendrán el respectivo seccionador unipolar tipo abierto de 15kV, 100A, con valor de fusible adecuado a la carga a proteger.

Para las acometidas de medio voltaje en cámaras, se instalarán seccionadores y pararrayos en el punto de acometida mediante cables aislados para 15kV.

Todos los transformadores trifásicos y monofásicos incorporarán los respectivos seccionadores y pararrayos en el lado de media tensión.

3.6.1 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE.

Los dispositivos de seccionamiento y protección normalmente a considerar, en cuanto a su función y tipo de instalación se definen y clasifican en:

3.6.1.1 RED PRIMARIA.

- **Reconectador automático:** Dispositivo de interrupción de corriente de cortocircuito automático y provisto de un mecanismo para efectuar una o varias reconexiones, para poder despejar fallas transitorias, y nos permite el corte de corriente de carga mediante el hacinamiento manual.

- **Seccionalizador:** Dispositivo que opera en conjunto con un reconectador automático localizado hacia el lado de alimentación y provisto de un mecanismo que registra las operaciones del reconectador y que efectúa la apertura permanente del circuito durante el intervalo que tiene lugar la desconexión del reconectador anterior a la última de su ciclo además nos permite el corte de corriente de carga mediante el accionamiento manual.
- **Seccionador tripular operando en grupo:** Dispositivo el cual nos permite el seccionamiento manual con corriente de carga.
- **Seccionador fusible unipolar:** Dispositivo de seccionamiento manual sin corriente de carga, el valor de corte de corriente es limitado como aquellas de magnetización de transformadores de distribución; además el elemento fusible incorporado permite obtener una protección de sobrecorriente.
- **Seccionador fusible unipolar para operación con carga:** Para protección para sobrecargas y corrientes de falla, nos permite además el corte con carga.
- **Seccionador o desconectador unipolar:** De accionamiento manual sin corriente de carga, y admite el corte de corriente de valor limitado como aquella de magnetización de transformadores de distribución.

3.6.1.2 RED SECUNDARIA.

En todos los transformadores trifásicos y monofásicos, de bajo voltaje, se incorporaran los respectivos fusibles tipo NH1, con sujeción de cable tipo brida.

Para las redes de bajo voltaje se utilizan:

- **Fusibles unipolares:** Que son dispositivos de protección, los cuales van montados sobre bases aislantes de soporte.

- **Elemento fusible:** El cual estará asociado a un cuerpo de cerámica y a una cuchilla de contacto que puede ser separada de su base, permitiendo el seccionamiento de la línea.

3.6.2 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE SOBREVOLTAJE.

Para la protección de equipos instalados a la intemperie, en redes aéreas y cables aislados derivados de líneas aéreas, se utiliza pararrayos auto-válvula clase distribución, los cuales son los encargados de absorber los sobrevoltajes que pudieran producirse por inclemencias atmosféricas como puede ser la caída de un rayo o maniobras en la red.

3.6.3 CRITERIOS PARA LA APLICACIÓN.

Los dispositivos de seccionamiento y protecciones, deben ser seleccionados por el proyectista para cada caso particular, con el propósito de asegurar una adecuada protección de los equipos principales y de disponer los elementos para permitir la operación y mantenimiento de la instalación, así como sus ampliaciones y modificaciones futura, limitando razonablemente la sección de la red eventualmente deberá ser desenergizada.

Se muestra a continuación recomendaciones generales para la selección y aplicación de cada uno de los dispositivos de seccionamiento y protección en los diferentes tramos o partes de la red.

3.6.3.1 PUNTO DE ALIMENTACIÓN DE LA RED PRIMARIA.

3.6.3.1.1 ÁREA URBANA.

Se refiere al punto de conexión del sistema existente a la red proyectada, el cual debe ser establecido por ELEPCO S. A.

Los dispositivos de seccionamiento y protección a prever para el punto alimentación, dependerá del valor máximo de la demanda proyectada adoptado para el diseño, y para el área urbana de la ciudad de Latacunga se deberán considerar como referencia los lineamientos que se indican a continuación:

CUADRO C7. DISPOSITIVO DE SECCIONAMIENTO PARA OPERACIÓN SIN CORRIENTE DE CARGA.

DEMANDA MAXIMA (kVA)	ELEMENTO PARA PROTECCION SECCIONAMIENTO
Sobre 800	Reconectador Automático o Seccionalizador.
300 - 800	Seccionador Tripolar para operación bajo carga.
	Seccionador Fusible Unipolar para operación con carga.
Inferiores a 300	Seccionador - Fusible Unipolares.

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A.

3.6.3.2 RED PRIMARIA.

3.6.3.2.1 ÁREA URBANA.

El esquema de las redes primarias serán radiales, a partir del punto de alimentación y con el propósito de disponer de elementos de seccionamiento y protección escalonados que permitan seccionar y/o proteger secciones o tramos de línea, deberán preverse juegos de seccionadores fusibles localizados en función de la configuración de la red y de acuerdo a los siguientes principios generales:

- En el ramal principal, localizados en puntos intermedios que permitan el seccionamiento y protección de bloques de potencia comprendidos entre 300 y 400 kVA o en todo caso, conjuntos de cinco a seis transformadores de distribución.
- En todas las derivaciones del ramal principal que alimenten dos o más transformadores de distribución.
- En todas las derivaciones de líneas aéreas a cable aislado en instalación subterránea.

3.6.3.3 ZONA RURAL.

Se puede tomar como referencia las normas del Programa Nacional de Electrificación Rural del Ex – INECEL, boletín DC/04 “Protección y Seccionamiento de Líneas de Distribución: Guía de Aplicación”, especialmente en lo que se refiere a los proyectos tipo B y C, que constituyen los casos más frecuentes de aplicación, especialmente por las longitudes de ramales derivados del troncal existente.

CUADRO C8. SE RESUME LOS CRITERIOS DEL BOLETÍN PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN: GUÍA DE APLICACIÓN.

PROYECTO TIPO	LONGITUD DEL RAMAL (KM)	POTENCIA INSTALADA (KVA)	PROTECCIÓN	
			INICIO ALIMENTADOR	PUNTOS INTERMEDIOS
B	12 - 25	500 - 1500	Reconectador	Seccionador fusible
C	< 12	< 500	Seccionador fusible	Seccionador fusible

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A.

Todos los seccionadores fusibles para protección del ramal, podrán operar con carga. Las protecciones para los puntos intermedios para el proyecto B se ubicaran cada cinco kilómetros aproximadamente y para el tipo C, en el punto intermedio. Ramales con una longitud inferior a los cinco kilómetros dispondrán de protección en el punto de derivación únicamente.

3.6.3.4 COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN.

El proyectista deberá realizar un estudio básico para determinar la magnitud de las corrientes de carga y de falla en cada uno de los puntos en los cuales se localicen los dispositivos de protección de sobrecorrientes y seleccionar las características de los mismos, con el propósito de alcanzar una adecuada coordinación de los tiempos de operación a fin de que las salidas de servicio ocasionados por fallas permanentes sean limitadas a la mínima sección de la red por el menor tiempo posible.

3.6.3.5 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Para la protección de sobrecorrientes del transformador de distribución deberán preverse los siguientes dispositivos de protección:

3.6.3.5.1 LADO PRIMARIO.

Para protección contra fallas de origen interno se dispondrán, en transformadores de tipo convencional, juegos de seccionadores fusibles provistos de tiras fusibles cuya corriente nominal y características de fusión tiempo-corriente se muestra en el anexo C5, cuadro C24 para transformadores monofásicos y cuadro C25 para transformadores trifásicos en función de la potencia del transformador.

3.6.3.5.2 LADO SECUNDARIO.

En el transformador tipo convencional, se preverá fusibles limitadores para la protección contra sobrecargas y fallas originadas en el circuito secundario. Los fusibles serán del tipo NH, tipo 3NA1, cuyas características se encuentran especificadas en la norma VDE y se indican en el anexo C5, cuadro C24 para transformadores monofásicos y cuadro C25 para transformadores trifásicos.

Como alternativa, se puede utilizar interruptores termomagnéticos, en el anexo C6 se muestra los valores recomendados según la potencia del transformador.

Para la protección de sobrevoltajes de origen atmosférico, se dispondrá en el punto de conexión del transformador a la red primaria y en todos los casos de instalación aérea, pararrayos tipo autoválvula.

3.7 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS.

3.7.1 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.

Los transformadores corresponden a la clase distribución, serán sumergidos en aceite y autorefrigerados.

Los transformadores serán del tipo convencional y/o autoprotegidos, en redes aéreas serán apropiados para instalación a la intemperie, y deberán incluir los dispositivos de montaje previstos para los siguientes casos:

- Para montaje en poste se dan, todos los transformadores de potencias inferiores a 75 kVA y que no posean tanque rectangular.
- Para montaje en pórtico se dan, todos los transformadores con tanques rectangular o de potencia comprendidas entre 75 y 125 kVA.
- Para montaje en piso se dan, todos los transformadores con capacidad superior a 125 kVA.

El montaje en piso es similar a la instalación en cámara de transformación con la diferencia que en las cámaras de transformación se puede instalar transformaciones de cualquier capacidad.

3.7.1.1 CONEXIONES.

Para las conexiones en transformadores trifásicos será delta en el primario, y estrella con neutro en el lado secundario.

El desplazamiento angular entre el primario-secundario corresponderá al grupo de conexión Dy5, según normas IEC, los bancos de transformadores preferentemente

tendrá conexión YY, con el neutro conectado sólidamente con en neutro de la red y a la puesta a tierra del transformador. Mientras que el grupo de conexión de transformadores monofásicos será Yy6, todos los devanados deben tener polaridad aditiva.

3.7.1.2 DERIVACIONES.

Los transformadores, en todos los casos deberán poseer, en el arrollamiento primario, de derivaciones para conmutación exterior sin carga que permitan variaciones de la relación de transformación en los siguientes pasos:

-5%, -2.5%, +2.5%, +5%

Se podrá aceptar otras variaciones de pasos, dependiendo del nivel del voltaje en el sitio a ubicar el transformador.

3.7.1.3 IMPEDANCIA.

Se tomara en cuenta los siguientes datos como valor máximo.

- Monofásico.....3%
- Trifásico.....4%

3.7.1.4 ACCESORIOS.

Los transformadores deberán poseer como mínimo los siguientes accesorios:

- Indicador de nivel de aceite.

- Válvula de drenaje para aceite.
- Conector para conexión a tierra del tanque.
- Placa de características.
- Dispositivo de elevación.
- Ruedas orientadas a 90 grados para transformadores en amaras.
- Luz indicadora de sobrecarga.

3.7.1.5 POTENCIA NOMINAL.

Los transformadores deben entregar como mínimo su potencia nominal en cualquier posición del cambiador de derivaciones a voltaje secundario nominal y frecuencia nominal. La potencia nominal, se refiere al valor de la potencia expresada en kVA, de salida en régimen continuo, con una temperatura ambiente de 30°C y un sobrecalentamiento de 65°C medido por resistencia.

3.7.1.6 NORMAS.

Los transformadores deberán satisfacer las disposiciones en cuanto a diseño, fabricación y pruebas las cuales se establecen en las normas INEN 2114 y 2115 e ICONTEC en la última versión disponible.

3.7.1.7 PÉRDIDAS.

A continuación se muestra los valores de pérdidas en transformadores tanto monofásicos y trifásicos con carga, sin carga y totales, las que no deben exceder.

3.7.1.7.1 TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS.

CUADRO C9. POTENCIA DE PÉRDIDAS PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE 3 A 333 KVA, CLASE MEDIO VOLTAJE ≤ 25 KV_{F-F}/ CLASE BAJO VOLTAJE $\leq 1,2$ KV_{F-F} REFERIDOS A 85° C.

Potencia Nominal kVA	I _o (% de I _n)	P _o (W)	P _c (W)	P _t (W)	U _{zn} (%)
3	2,5	21	70	91	3
5	2,5	31	91	122	3
10	2,5	52	142	194	3
15	2,4	68	192	260	3
25	2	98	289	387	3
37,5	2	130	403	533	3
50	1,9	160	512	672	3
75	1,7	214	713	927	3
100	1,6	263	897	1 160	3
167*	1,5	379	1 360	1 739	3

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: INEN.

Para potencias entre 167 kVA y 333 kVA, las pérdidas se determinarán en común acuerdo entre fabricante y comprador.

CUADRO C10. POTENCIA DE PÉRDIDAS PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE 15 A 333 KVA CLASE MEDIO VOLTAJE >25 KV_{F-F} Y $\leq 34,5$ KV_{F-F}, CLASE BAJO VOLTAJE $\leq 1,2$ KV_{F-F} REFERIDOS A 85° C

Potencia Nominal kVA	I _o (% de I _n)	P _o (W)	P _c (W)	P _t (W)	U _{zn} (%)
15	2,4	141	246	387	4
25	2,4	185	360	545	4
37,5	2	229	488	717	4
50	2	267	606	873	4
75	1,9	331	821	1 152	4
100	1,7	386	1 019	1 405	4
167	1,6	507	1 497	2 004	4
250	1,6	628	2 025	2 653	4
333	1,6	732	2 510	3 242	4

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: INEN.

3.7.1.7.2 TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS.

**CUADRO C11. TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS 15 A 2 000 KVA
CLASE MEDIO VOLTAJE ≤ 25 KV CLASE BAJO VOLTAJE ≤ 1,2
REFERIDOS A 85° C.**

Potencia Nominal kVA	I_o (% de I_n)	P_o (W)	P_c (W)	P_t (W)	U_{zn} (%)
30	3,6	134	514	648	3
45	3,6	182	711	893	3
50	3,4	197	776	973	3
60	3,2	225	903	1 128	3,5
75	2,6	266	1 094	1 360	3,5
100	2,6	330	1 393	1 723	3,5
112,5	2,6	361	1 539	1 900	3,5
125	2,6	390	1 682	2 072	3,5
150	2,4	447	1 959	2 406	4
160	2,5	486	2 211	2 697	4
200	2,1	569	2 630	3 199	4
225	2,1	618	2 892	3 510	4
250	2,1	666	3 153	3 819	4
300	2	758	3 677	4 435	4,5
350	2	846	4 200	5 046	4,5
400	1,9	930	4 730	5 660	4,5
500	1,7	1 090	5 770	6 860	5
630	1,6	1 284	7 170	8 454	5
750	1,6	1 453	8 386	9 839	5
800	1,6	1 521	8 909	10 430	5
1 000	1,6	1 782	11 138	12 920	5
1 250	1,5	2 088	13 454	15 542	6
1 500	1,5	2 395	15 770	18 165	6
1 600	1,5	2 518	16 696	19 214	6
2 000	1,5	3 009	20 402	23 411	6

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: INEN.

**CUADRO C12. TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS 75 A 2 000 KVA
CLASE MEDIO VOLTAJE ≤ 34,5 KV CLASE BAJO VOLTAJE ≤ 1,2 KV
REFERIDOS A 85° C.**

Potencia Nominal kVA	I_o (% de I_n)	P_o (W)	P_c (W)	P_t (W)	U_{zn} (%)
75	3,5	388	1 366	1 754	6
112,5	2,6	504	1 898	2 402	6
150	2,6	608	2 397	3 005	6
225	2,5	791	3 331	4 122	6
300	2	953	4 208	5 161	6
400	2	1 148	5 315	6 463	6
500	1,7	1 327	6 370	7 697	6
630	1,7	1 542	7 685	9 227	6
750	1,5	1 727	8 853	10 580	6
800	1,5	1 800	9 330	11 130	6
1 000	1,2	1 983	12 046	14 029	6
1 250	1	2 367	14 320	16 687	6
1 600	1	2 879	17 420	20 299	6
2 000	1	3 436	20 844	24 280	6

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: INEN.

Las pérdidas declaradas permisibles con carga (P_c) en transformadores con corrientes superiores a 1 200 A, en uno u otro devanado, se pueden aumentar en un 5%, cuyo valor debe estar incluido en los valores declarados en la oferta.

El usuario queda en libertad de exigir al fabricante el cumplimiento de la tabla anterior, en las siguientes modalidades:

- Cumplimiento de los valores de pérdidas declaradas permisibles sin carga y de pérdidas con carga.
- Cumplimiento del valor de pérdidas declaradas permisibles totales solamente.

Si no se especifica lo contrario, se establecerán como valores límites los especificados en los ítems anteriores, se utiliza únicamente si el usuario especifica la metodología de evaluación de pérdidas.

Los valores de I_o y U_{zn} incluyen las tolerancias establecidas en la NTE INEN 2 111 Primera revisión.

3.7.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO.

Los reconectores automáticos y seccionalizadores, serán de la clase distribución, sumergidos en aceite o en SF₆ y mecanismo de operación hidráulica o mecánica; deberán ser suministrados con los dispositivos de fijación para su montaje en poste.

Los seccionadores tripolares operados en grupo, serán de apertura lateral, para interrupción en aire y apropiados para montaje horizontal en cruceta y dispondrán de varilla de acoplamiento con la palanca de accionamiento. En el caso de derivaciones a cámaras se instalaran seccionadores con fusibles adosados.

Los seccionadores tripolares bajo carga con fusibles, serán apropiados para instalación al interior, provistos de un dispositivo para accionamiento manual y de desconexión automática en caso de fundirse una de los tirafusibles.

Los seccionadores fusibles y seccionadores unipolares o seccionadores de barra, serán apropiados para montaje en cruceta.

Los fusibles limitadores para bajo voltaje, estarán constituidos por una base portafusible de material aislante, con dispositivos de fijación para montaje sobre placa metálica y un cuerpo de cerámica solidario con la cuchilla de contacto.

Los pararrayos serán de tipo autoválvula, clase de distribución para 10 kV, previstos para su operación a una altitud de 3000 metros sobre el nivel del mar, con los dispositivos de soporte para montaje en cruceta.

3.7.2.1 CORRIENTES MÍNIMAS DE INTERRUPCIÓN.

Todos los elementos de interrupción de corriente de fallas, en redes primarias, deberán ser especificados para los siguientes valores mínimos de corriente de interrupción:

➤ Corriente Simétrica, eficaz, Amp.8.000

➤ Corriente Asimétrica, eficaz, Amp.11.000

Los fusibles limitadores de baja tensión, deberán ser de alta capacidad de ruptura, con un mínimo de 100 kA.

3.7.2.2 PARARRAYOS.

En las redes primarias deberán ser especificados para las siguientes tensiones nominales y tensiones máximas de descarga para una onda de corriente de 8 x 20 microsegundos:

➤ Voltaje nominal de la red..... 13.8 kV

➤ Voltaje máximo de descarga para 5 kV 33 kV

➤ Voltaje máximo de descarga para 10 kV 33 kV

3.7.2.3 NORMAS.

Para reconectores automáticos y seccionadores:

ANSI C 37.60

Para seccionadores tripolares operados en grupo:

ANSI C 37.32

Para seccionadores fusible unipolar:

ANSI C 37.41 y ANSI C 37.42

Pararrayos:

ANSI C 62.1

Se aceptará su equivalente en las normas IEC.

3.8 ESTRUCTURAS DE SOPORTE.

3.8.1 ALCANCE Y OBJETIVO.

Las presentes guía de diseño forman un acumulado de disposiciones y diseños fundamentados en las prácticas actualmente aplicadas por la ELEPCO S. A., para la construcción de los sistemas de distribución en medio y bajo voltaje, localizados en su área de concesión, con el propósito de establecer criterios y soluciones consistentes y de uso general para facilitar su aplicación.

3.8.2 CAMPO DE APLICACIÓN.

Serán de aplicación obligatoria para la construcción de líneas y redes de distribución en medio y bajo voltaje, tanto en aéreas urbanas y rurales dentro del área de servicio

de la ELEPCO S. A., en las cuales se proyecten nuevos desarrollos urbanísticos que se incorporen al sistema de la empresa.

3.8.3 ORDENAMIENTO.

Las diferencias para las estructuras tipo se identifican por medio de un sufijo numeral “1” o “2”, que se describen a continuación:

- “1”, estructura con poste de hormigón y cruceta de hierro de 1.50 metros.
- “2”, estructuras con poste de hormigón y cruceta de hierro de 2.40 metros.

Estas diferencias serán válidas tanto para proyectos urbanos como rurales, a continuación, se describe en forma general el contenido de cada una de las unidades:

3.8.3.1 UNIDAD 1: DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD.

Tiene por objeto establecer las distancias mínimas emitidas por el CONELEC, las cuales se deben mantener entre los conductores u otros energizados, bajo las condiciones permanentes de operación del sistema eléctrico, las cuales se muestran en la sección de estructuras de soporte, desde los gráficos C1, hasta el gráfico C7.

3.8.3.2 UNIDAD 2: POSTES.

Como componente de montaje la erección del poste, indicándose las dimensiones normalizadas para el empotramiento y los elementos de fijación adicionales necesarios de acuerdo al tipo de suelo, que se indican en sección de estructuras de soporte desde el gráfico C8, hasta el gráfico C13.

3.8.3.3 UNIDAD 3: ENSAMBLAJES DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIAS.

Dentro de esta unidad obtenemos los siguientes ensamblajes:

3.8.3.3.1 ENSAMBLAJES DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICAS.

Se muestran las diferentes disposiciones de ensamblajes tipos en redes monofásicas a 7.9 kV, dimensionadas para mantener las condiciones de seguridad mecánicas, eléctricas y los límites de utilización, las cuales se indican desde el gráfico C14 hasta el gráfico C18, con sus respectivas hojas de materiales.

3.8.3.3.2 ENSAMBLAJES DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICAS.

Se presentan las diferentes instrucciones de montajes tipo en redes de distribución trifásicas a 13.8 kV, las cuales son dimensionadas para salvaguardar las condiciones de seguridad y se indican desde el gráfico C19 hasta el gráfico C30, con sus respectivas hojas de materiales.

3.8.3.4 UNIDAD 4: ENSAMBLAJES DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIAS.

Se muestran las disposiciones típicas de los bastidores y los límites de utilización de acuerdo al tipo de conductor y ángulos de línea, las cuales se indican desde el gráfico C31 hasta el gráfico C38, con sus respectivas hojas de materiales, para conductores desnudos y pensamblado.

3.8.3.5 UNIDAD 5: TENSORES.

Se muestran las disposiciones tipo de tensores, tanto para líneas de distribución primarias como secundarias y se muestran desde el gráfico C39 hasta el gráfico C47, con su respectiva hoja de materiales.

3.8.3.6 UNIDAD 6: ANCLAS.

Se indican las dimensiones básicas de las excavaciones de acuerdo al tipo de suelo y tensión mecánica requerida, en el montaje de líneas primarias y secundarias, las cuales se indican desde el gráfico C48 hasta el gráfico C50.

3.8.3.7 UNIDAD 7: PUESTA A TIERRA.

Se toma como base una resistencia de 25 ohm por puesta a tierra, la cual debe cumplir con este requisito tomando en cuenta la resistividad del suelo y se indica en el gráfico C51 con la hoja de materiales.

3.8.3.8 UNIDAD 8: MONTAJE DE LUMINARIAS.

Se define como unidad de construcción, el montaje de luminarias y su sujeción al poste de hormigón armado, en los distintos tipos de disposiciones. No se establecen límites de utilización sino parámetros referenciales y se muestran desde el gráfico C52 hasta el gráfico C56, con sus respectivas hojas de materiales.

3.8.3.9 UNIDAD 9: MONTAJES DE SECCIONAMIENTO.

Se indica la disposición apropiada de los elementos y equipos de seccionamiento con el objetivo de mantener las distancias de seguridad y permitir su fácil operación, se

indican en la sección de estructuras de soporte desde el gráfico C57 hasta el gráfico C61, con sus respectivas hojas de materiales.

3.8.3.10 UNIDAD 10: MONTAJE DE TRANSFORMADORES.

Dependiendo de la capacidad del transformador, tipo de instalación y área de servicio, se presentan disposiciones de montaje en poste.

Las mismas que se enseñan en la sección de estructuras de soporte desde el gráfico C62 hasta el gráfico C64, con sus respectivas hojas de materiales.

3.8.3.11 UNIDAD 11: DETALLES DE FIJACIÓN.

Se muestran las disposiciones tipo para la fijación de las diferentes crucetas y aisladores tanto de suspensión y PIN en los postes de hormigón armado, exponiendo los elementos a utilizarse y muestran en el gráfico C65 hasta el gráfico C73.

3.8.3.12 UNIDAD 12: MONTAJES MISCELÁNEOS.

Se especifica aquellos materiales o equipos que por características propias de construcción o mantenimiento deben ser instalados como elementos complementarios de la red, que se indican en el gráfico C74 hasta el gráfico C80.

3.8.3.13 UNIDAD 13: TENDIDO DE CONDUCTORES.

Se establecen las disposiciones tipo para el tendido de conductores, mostrándose las formas de fijación típicas del conductor a los diferentes tipos de aisladores, se indican desde el gráfico C81 hasta el gráfico C87.

3.8.3.14 UNIDAD 14: CARACTERÍSTICAS DE CONDUCTORES.

Se muestran las características físicas y eléctricas de los diferentes tipos de conductores a utilizarse en el montaje de redes de distribución que se muestran en el cuadro C 77.

3.8.4 LISTA DE MATERIALES.

Como complemento de la estructura, se muestra la lista de materiales correspondiente a cada tipo, indicando las cantidades implicadas.

Los materiales se encuentran referenciados de las siguientes maneras:

- Por una combinación de caracteres numéricos que constituye la referencia con el dibujo.
- Por el código de la ELEPCO S. A., conformado por diez dígitos, uno literal y nueve numéricos.
- Una descripción breve del elemento que indica las dimensiones básicas del material.

A continuación se muestra el listado general de los materiales:

- Postes.
- Crucetas.
- Pernos espiga Pin.
- Aisladores.

- Adaptadores y grapas.
- Abrazaderas y bastidores.
- Pernos y tuercas.
- Conductores.
- Preformados.
- Conectores.
- Materiales de puesta a tierra.
- Materiales para tensores.
- Luminarias.
- Material para red subterránea.
- Transformadores.
- Seccionadores fusibles.
- Pararrayos.
- Reconectores.

3.8.5 LIMITES DE UTILIZACIÓN.

Se obtiene las características y esfuerzos mecánicos máximos de los principales materiales que constituyen las diferentes estructuras tipo y mediante el uso de un factor de seguridad se ha determinado sus límites a utilizarse, los conductores son los que definen las tensiones máximas, a continuación se presenta los criterios que orientan la determinación de dichos límites.

3.8.5.1 CONDUCTORES.

Con el fin de optimizar la utilización de las estructuras, los conductores han sido agrupados a su tamaño e los siguientes rangos:

CUADRO C13. RANGO DE LOS CONDUCTORES.

GRUPO	CALIBRE (AWG)
LIVIANO	2
MEDIANO	1/0 - 2/0
PESADO	3/0 - 4/0

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A.

La determinación de las condiciones críticas que influyen en el diseño electromecánico se recurrió a la ecuación de cambio de estado para determinar las tensiones y flechas máximas de cada grupo, las tensiones unitarias máximas para cada rango de conductor y las tensiones máximas en función de la sección de los conductores se presentan a continuación.

CUADRO C14. TENSIONES UNITARIAS MAXIMAS.

CONDUCTOR		VANOS (m) TENSIONES UNITARIAS MAXIMAS (kg/mm ²)			
MATERIAL	GRUPO	30 - 60	30 - 120	40 - 160	80 - 500
ACSR	LIVIANO	6	7	11	-
	MEDIANO	6	6	10	11
	PESADO	6	6	9	10
AAAC	LIVIANO	6	7	10	-
	MEDIANO	6	5	9	-
	PESADO	6	5	8	-

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A.

3.8.5.2 OTROS MATERIALES.

En el siguiente cuadro ha sido considerado dentro de los valores de rotura o deformación, de manuales sobre aplicaciones específicas y para los factores de seguridad, que se muestra a continuación.

CUADRO C15. TENSIONES MAXIMAS.

CONDUCTOR		VANOS (m) TENSIONES UNITARIAS MAXIMAS (kg/mm ²)			
MATERIAL	GRUPO	30 - 60	30 - 120	40 - 160	80 - 500
ACSR	LIVIANO	235	275	431	-
	MEDIANO	472	472	786	865
	PESADO	751	751	1126	1251
AAAC	LIVIANO	235	275	392	-
	MEDIANO	472	393	708	-
	PESADO	751	626	1001	-

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A.

3.8.6 AISLAMIENTO.

El aislamiento básico de los alimentadores primarios de distribución esta determinado por el nivel básico de impulso (BIL) de 95KV, se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO C16. AISLAMIENTO DE LOS ALIMENTADORES PRIMARIOS.

EQUIPO	CLASE
Seccionador fusible.	15 kV
Pararrayo tipo autoválvula.	40 kV
Aislador tipo espiga (Pin).	ANSI 55 - 4
Aislador tipo suspensión.	ANSI 52 - 4

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A.

Para redes secundarias, el aislador corresponderá al tipo rollo clase ANSI 53 – 2

CUADRO C17. AISLAMIENTO PARA REDES SECUNDARIAS.

MATERIALES	FACTOR DE SEGURIDAD
Pernos Pin	3.0
Cable Tensor	1.2
Crucetas de madera	4.0
Materiales de hierro estructural (limite de fluencia)	2.0
Postes de hormigón	2.0

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A.