

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

# **CNS-NT-03-10** **ELECTRIFICACIÓN RURAL**

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 1 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>DEFINICIONES.....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>CONSULTAS, PLANES, TRAMITES Y PERMISOS.....</b>	<b>12</b>
2.1.	Aspecto técnico .....	12
2.2.	Aspecto ambiental .....	12
2.3.	Aspecto predial .....	13
2.4.	Aspecto social.....	14
<b>3.</b>	<b>SELECCIÓN DE RUTA.....</b>	<b>14</b>
3.1.	Evaluación de alternativas .....	15
<b>4.</b>	<b>SERVIDUMBRE Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....</b>	<b>15</b>
4.1.	Fajas de retiro obligatorias en vías .....	16
<b>5.</b>	<b>CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICO.....</b>	<b>18</b>
5.1.	Configuración de red .....	18
5.2.	Tensión de diseño .....	18
5.3.	Calculo de la demanda máxima diversificada.....	19
5.3.1.	Capacidad de transformadores.....	20
5.3.	Regulación de tensión .....	20
5.4.	Perdidas máximas .....	21
5.5.	Criterios complementarios .....	22
<b>6.</b>	<b>CRITERIOS DE DISEÑO MECÁNICO.....</b>	<b>23</b>
6.1.	Apoyos normalizados .....	24
6.2.	Cálculo de amortiguadores.....	24
6.3.	Cálculo de la longitud del conductor.....	25
6.4.	Herrajes .....	25
6.5.	Listado de estructuras .....	26
<b>7.</b>	<b>SELECCIÓN DE CONDUCTORES.....</b>	<b>30</b>
7.1.	Calibre del conductor de media tensión.....	30
7.2.	Uso de red compacta.....	31
7.3.	Conductor de baja tensión.....	31
7.4.	Conductor de acometida.....	32
7.5.	Conductor de guarda .....	33
7.6.	Conductores normalizados para la zona rural .....	33
<b>8.</b>	<b>PROTECCIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>9.</b>	<b>SISTEMA DE MEDICIÓN.....</b>	<b>35</b>
<b>10.</b>	<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....</b>	<b>36</b>
10.1.	Bajante de puesta a tierra.....	37
<b>11.</b>	<b>PRESENTACIÓN DE PROYECTOS.....</b>	<b>38</b>
11.1.	Memoria de cálculos electromecánicos .....	39
11.2.	Presupuesto y A.P.U. ....	41
11.3.	Diseño de instalaciones eléctricas de uso final.....	41
<b>ANEXOS .....</b>	<b>.....</b>	<b>43</b>
	Anexo 1: Diseño de redes primarias y selección de transformador .....	43
	Anexo 2: Diseño de redes secundarias.....	45
	Anexo 3: Calculo de regulación de acometida BT.....	47

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 2 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Documentación de referencia .....	7
Tabla 2. Distancias de seguridad .....	16
Tabla 3. Fajas de retiro obligatorias .....	17
Tabla 4. Suministro desde redes de media tensión .....	18
Tabla 5. Suministro desde redes de baja tensión .....	19
Tabla 6. Demanda diversificada para zonas rurales .....	19
Tabla 7. relación de transformación .....	20
Tabla 8. Límites de regulación de voltaje .....	21
Tabla 9. Límite de perdidas .....	22
Tabla 10. Criterios complementarios de diseño .....	23
Tabla 11. Criterios para la instalación de amortiguadores .....	25
Tabla 12. Porcentaje adicional de longitud del conductor .....	25
Tabla 13. Listado de estructuras electrificación rural .....	30
Tabla 14. Cálculo de corriente .....	30
Tabla 15. Conductores de normalizados para las zonas rurales .....	34
Tabla 16. Valores de referencia resistencia de puesta a tierra .....	37
Tabla 17. Parámetros topológicos Tramos 1, 2 y 3 .....	45
Tabla 18. Cálculo de regulación y perdidas .....	46
Tabla 19. Calibres de diseño redes de BT transformador 1 .....	46
Tabla 20. Cálculo de regulación y perdidas de acometida .....	47

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 3 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Distancias de seguridad.....	16
Figura 2. Faja de retiro obligatoria en vía calzada sencilla .....	17
Figura 3. Faja de retiro obligatoria en vía calzada doble.....	17
Figura 4. Acometida con medidor en poste.....	33
Figura 5. Montaje de DPS en equipo .....	34
Figura 6. Esquema de montaje subestación tipo poste bifásica mostrado en la norma CNS-NT-03-08.....	35
Figura 7. Medidor bicuerpo instalado en poste de acometida .....	36
Figura 8. Display en fachada de la vivienda.....	36
Figura 9. Montaje de bajante tipo conductor .....	38
Figura 10. Ejemplo de distribución de usuarios en un proyecto de electrificación rural .....	43
Figura 11. Centros de carga .....	44
Figura 12. Trazado preliminar .....	44
Figura 13. Usuarios asociados al transformador 1 y proyección de redes BT .....	45

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 4 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

CONTROL DE CAMBIOS					
Fecha DD/MM/AA	Ítem en el Documento	Naturaleza del cambio	Elaboró	Revisó	Aprobó
13/06/2024	CNS-NT-03-10	Elaboración del documento	Profesional P1 CET¹	Profesional P2 CET¹	Líder CET y Laboratorios¹
<p>Equipo Norma y Especificaciones Técnicas CENS Grupo EPM:</p> <p>Profesional P1 CET Normas: Carmen Lorena Hurtado Crispin¹.</p> <p>Profesional P2 CET: Christian Joseph Escalante Vides¹.</p> <p>Líder CET y Laboratorios: Marco Antonio Caicedo Gelves¹.</p>					

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 5 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

## I. OBJETIVO

Establecer los criterios de diseño para las redes de electrificación rural primarias y secundarias en el área de influencia de CENS S.A. E.S.P, teniendo en cuenta aspectos regulatorios, técnicos, sociales, ambientales y prediales.

## II. ALCANCE

Definir los aspectos técnicos, sociales, prediales y ambientales a tener en cuenta para la formulación y ejecución de proyectos de electrificación rural, además de las directrices para realizar la selección de ruta, selección de conductores, aislamiento, transformadores, protecciones, medición de energía, acometidas y redes internas, con el fin de garantizar la calidad y operatividad del servicio.

## III. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma aplica para las redes eléctricas nuevas, remodelaciones y ampliaciones, pertenecientes a los proyectos de electrificación rural en los municipios de la zona influencia de CENS S.A. E.S.P en los niveles de tensión I y II.

## IV. NORMAS DE REFERENCIA

El marco normativo aplicable para la formulación, el diseño y la construcción de redes de electrificación rural en CENS S.A. E.S.P, se encuentra establecido en los siguientes documentos:

DOCUMENTO	NOMBRE
Resolución 40117 de 2024	Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE
CENS	Norma de diseño y construcción CENS
Decreto ambiental 1076 de 2015	Decreto Único Reglamentario Sector Ambiental
Resolución 5018 de 2019	Por la cual se establecen lineamientos en Seguridad y Salud en el trabajo en los Procesos de Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de la Energía Eléctrica
EPM - RA8-025	Criterios de diseño de la red de electrificación rural
Grupo EPM – RA6-010	Norma técnica puesta a tierra de redes de distribución eléctrica
Grupo EPM - RA6-014	Requisitos para redes aéreas en zonas especiales

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 6 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	-------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

Grupo EPM - RA8-022	Norma técnica puesta a tierra de redes de distribución eléctrica
Grupo EPM - GM-03	Guía metodológica coordinación de aislamiento para redes de distribución
Grupo EPM -GM-04	Guía Metodológica: Cálculo del sistema de puesta a tierra
Grupo EPM -GM-08	Guía Metodológica: Análisis del nivel de riesgo por rayos
Grupo EPM -GM-12	Guía Técnica: Cálculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos
ESSA - NTG-01	Norma electrificación rural
NTC 2050	Código Eléctrico Colombiano
Ley 1228 de 2008 del congreso de Colombia	Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones.

**Tabla 1. Documentación de referencia**

**Nota:** Se debe tener en cuenta que en caso de actualizaciones del RETIE que modifiquen lo expuesto en este documento o en cualquier norma técnica de CENS o del Grupo EPM, primará la información contenida en el RETIE.

## 1. DEFINICIONES

**Acometida:** Derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general. En aquellos casos en que el dispositivo de corte esté aguas arriba del medidor, para los efectos del presente reglamento, se entenderá la acometida como el conjunto de conductores y accesorios entre el punto de conexión eléctrico al sistema de uso general (STN, STR o SDL) y los bornes de salida del equipo de medición.

**Alimentador:** Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado y el último dispositivo de sobrecorriente del circuito ramal.

**Apoyo:** Nombre genérico dado al dispositivo de soporte de conductores y aisladores de las líneas o redes aéreas. Pueden ser postes, torres u otro tipo de estructuras.

**Cable múltiplex, trenzado o entorchado:** Son cables compuestos de varios conductores aislados, independientes, colocados helicoidalmente. Cuando se usa para redes aéreas exteriores, generalmente utiliza un mensajero que puede ser un conductor de aluminio tipo ACSR, que sirve además como conductor de neutro.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 7 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.		
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10	

**Cable trenzado:** Son cables compuestos de varios conductores aislados en XLPE, colocados helicoidalmente para redes de MT y BT. En redes aéreas de BT exteriores, generalmente se utilizan tres conductores de fase en aluminio (ASC) y un mensajero que puede ser un conductor de aluminio tipo ACSR o aleación de aluminio (AAAC), que sirve además como conductor de neutro.

**Cable semiaislado o cubierto (ecológico):** Cable cuya cubierta proporciona suficiente rigidez dieléctrica para limitar la probabilidad de falla a tierra, pero que tiene un grado de aislamiento menor a la tensión del circuito que usa el conductor.

**Capacidad o potencia instalada:** Capacidad nominal de los transformadores o componentes de una instalación, medida en kilovoltamperios (kVA).

**Capacidad nominal:** El conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones específicas.

**Cargabilidad:** Límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de transporte de energía, transformadores, etc.

**CENS S.A. E.S.P.:** Para todo el desarrollo de la norma y anexos el significado es Centrales Eléctricas del Norte de Santander S.A. E.S.P. Es la empresa Comercializadora y Distribuidora de Energía.

**Circuito alimentador:** Red eléctrica que lleva potencia eléctrica de una central generadora o subestación a un centro de consumo.

**Circuito ramal:** En el sistema de instalaciones interiores, es una parte que se extiende más allá del último dispositivo de protección de sobrecorriente situado en el tablero de distribución del usuario.

**Conductor aislado:** Conductor que está dentro de un material de composición y espesor aceptado como medio aislante.

**Conductor con neutro concéntrico:** Es un cable conformado por conductores de fase aislados rodeados concéntricamente por un conjunto de hilos de cobre desnudo, dispuestos en forma tubular y sobre él, una chaqueta protectora resistente a la intemperie.

**Conductor de fase:** Es aquel que presenta una diferencia de potencial con respecto al neutro. Que está energizado.

**Conductor desnudo:** Conductor que no tiene cubierta ni aislante eléctrico de ninguna especie.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 8 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	-------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.		
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10	

**Conductor neutro:** conductor que sólo transporta corriente de desequilibrio de los conductores del circuito.

**Demanda:** Es la carga promedio solicitada a la fuente de suministro en el punto de recepción durante un intervalo de tiempo. También se define como la cantidad de potencia requerida por un usuario o suscriptor en un período de tiempo dado, expresado en kilovatios (kW) o kilovoltioamperios (kVA).

**Demanda máxima:** Se considera como la mayor de las demandas ocurridas durante un período de tiempo determinado.

**Descargador de sobretensiones (dps):** Dispositivo para protección de equipos eléctricos, el cual limita el nivel de sobretensión, mediante la absorción de la mayor parte de la energía transitoria, minimizando la transmitida a los equipos y derivando la otra parte hacia tierra. No es correcto llamarlos pararrayos.

**Distancia de seguridad:** Es la mínima distancia entre una línea energizada y la zona donde se garantiza que no habrá un accidente por acercamiento.

**Electrodo de puesta a tierra:** Es el conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo.

**Equipo de medida:** En relación con un punto de conexión lo conforman todos los transformadores de medida, medidores, caja de borneras y cableado necesario para ese punto de conexión.

**Energía activa:** Energía eléctrica capaz de transformarse en otras formas de energía (calor y trabajo).

**Energía reactiva inductiva:** Es la energía utilizada para magnetizar los transformadores, motores y otros aparatos que tienen bobinas. No se puede transformar en energía útil.

**Especificación técnica:** Documento que establece características técnicas mínimas de un producto o servicio.

**Factor de carga:** Razón de la demanda promedio en un cierto periodo a la demanda máxima durante ese periodo.

**Factor de demanda:** Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de un sistema y la carga conectada al mismo. Indica la simultaneidad en el uso de la carga total conectada por cada consumidor. Este factor es siempre menor que la unidad.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 9 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.		
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10	

**Factor de diversidad:** Es la relación entre las sumas de las demandas máximas de los consumidores individuales a la demanda máxima simultánea de todo el grupo durante el período de tiempo particular.

**Factor de potencia:** Relación entre la potencia activa y la potencia aparente, del mismo sistema eléctrico o parte de él.

**Factor de utilización:** Razón de la demanda máxima del sistema a la capacidad instalada del mismo.

**Factor de seguridad:** Es la relación entre el esfuerzo máximo permisible y el esfuerzo de trabajo de un equipo o material.

**Fase:** Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

**Instalación eléctrica interna:** Conjunto de conductores y equipos que integran el sistema de consumo de energía eléctrica de un inmueble a partir del medidor. En edificios de propiedad horizontal o condominios, y en general, para unidades inmobiliarias cerradas, es aquel sistema de suministro de energía eléctrica al inmueble a partir del registro de corte general cuando lo hubiere.

**Medidor de energía:** Equipo compuesto de elementos electromecánicos o electrónicos que se utilizan para medir el consumo de energía, activa y/o reactiva y en algunos casos demanda máxima: la medida es realizada en función del tiempo y puede o no incluir dispositivos de transformación de datos.

**Nodo:** Parte de un circuito en el cual dos o más elementos tienen una conexión común.

**Neutro:** Conductor activo conectado intencionalmente a una puesta a tierra, bien sea sólidamente o a través de una impedancia limitadora.

**Proyecto:** Documento que contiene las especificaciones técnicas de diseño y el alcance de las obras eléctricas a realizar, con el fin de obtener la aprobación para el uso del servicio de energía eléctrica.

**Punto de conexión:** Es el punto de conexión eléctrico en el cual el equipo de un usuario está conectado a un Sistema de Transmisión Regional y/o Sistema de Transmisión Local para el propósito de transferir energía eléctrica entre las partes.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 10 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

**Ramal:** El ramal se identifica como una derivación del alimentador principal donde existe un elemento de corte.

**Red compacta:** Es el tendido de conductores semiaislados, cubiertos o ecológicos, cuentan con tres capas de aislamiento que permiten una reducción de distancias con respecto a los cables desnudos, pero no deben considerarse 100% aislados. En la mayoría de los casos estarán separados por espaciadores triangulares poliméricos sustentados en un cable portante de acero de alta resistencia.

**Red de distribución:** Conjunto de elementos utilizados para la transformación y el transporte de energía eléctrica hasta el punto de entrega al usuario.

**Recursos de terceros:** Recursos públicos provenientes de fondos gubernamentales. Recursos privados de fundaciones, organizaciones sin ánimo de lucro, empresas privadas, etc.

**Red de uso general:** Redes públicas que no forman parte de acometidas o de instalaciones internas.

**RETIE:** Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

**Resistencia de puesta a tierra:** Es la relación entre el potencial del sistema de puesta a tierra a medir, respecto a una tierra remota y la corriente que fluye entre estos puntos.

**Red troncal:** La red principal o troncal corresponde a la ruta del tramo de mayor calibre o momento eléctrico acumulado desde la subestación hasta el último punto de análisis. Para efectos de la presente norma se considerará troncal, toda red que contemple múltiples ramales para alimentar diferentes cargas desde un único punto de conexión.

**Usuario:** Persona natural o jurídica que hace uso del servicio de energía eléctrica, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le denomina también consumidor.

**Sistema de puesta a tierra (SPT):** Conjunto de elementos conductores continuos de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

**Sistema de medición o de medida:** Conjunto de elementos destinados a la medición y/o registro de las transferencias de energía en el punto de medición.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 11 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

**Subestación de distribución:** Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.

**Zona de servidumbre:** Es una franja de terreno que se deja sin obstáculos a lo largo de una línea de transporte o distribución de energía eléctrica, como margen de seguridad para la construcción, operación y mantenimiento de dicha línea, así como para tener una interrelación segura con el entorno.

## 2. CONSULTAS, PLANES, TRAMITES Y PERMISOS

La construcción de redes de distribución en el área rural de los municipios requiere el desarrollo de consultas, gestiones, tramites y permisos, con el fin de dar cumplimiento a lo exigido en la legislación, buscando causar el menor impacto sobre el medio ambiente y sobre la propiedad privada, garantizando la correcta construcción de las redes, posterior operación y mantenimiento, por lo cual se tendrá en cuenta para la formulación, el diseño y la construcción de un proyecto de electrificación rural lo siguiente:

### 2.1. Aspecto técnico

- Respuesta recibida sobre información demográfica y geográfica ante el ente territorial y alcaldías municipales.
- Análisis de alternativas de acuerdo al Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica (PIEC). Si el financiamiento del proyecto se realizará con recursos de terceros, se recomienda seguir la metodología planteada por la UPME para la selección de alternativas de energización.
- Respuesta recibida sobre los proyectos de electrificación rural y de expansión de cobertura de redes para la zona de influencia del proyecto a formular, este proceso debe realizarse ante CENS.
- Asignación de puntos de conexión e información técnica recibida de parte de CENS.
- Certificación de usuarios en zonas no interconectadas (ZNI), este proceso debe realizarse ante CENS, de acuerdo con lo dispuesto por el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas (IPSE).

### 2.2. Aspecto ambiental

#### 2.2.1. Consultas

- Respuesta recibida de consulta sobre áreas de importancia ambiental a nivel país con la dirección de bosques, biodiversidad y servicios ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).
- Respuesta recibida de consulta sobre áreas de importancia ambiental a nivel región con la subdirección de planeación y fronteras de la Corporación Autónoma Regional presente en la zona de influencia del proyecto (CAR).
- Respuesta recibida de consulta sobre áreas protegidas a la dirección territorial andes

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 12 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

orientales de Parque Naturales Nacionales de Colombia (PNN).

### 2.2.2. Planes o documentación:

- Plan de Manejo Ambiental (PMA) con las fichas de los programas ambientales que correspondan según la identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales de acuerdo con la resolución 0839 del 28 de agosto del 2023<sup>1</sup>.
- Inventario forestal<sup>1</sup>.

### 2.2.3. Trámites:

- Permiso de Aprovechamiento Forestal según corresponda (es de aclarar que este permiso requiere de una documentación previa en el marco de lo que contempla el Plan de Aprovechamiento forestal con sus respectivos anexos)<sup>1</sup>.

**Nota:** En todo caso, los costos asociados a la gestión ambiental de los proyectos de electrificación rural a realizar con recursos de terceros serán asumidos por el ente territorial tal como se indica en los requisitos de los fondos estatales. En caso de que CENS sea el ejecutor del proyecto, este realizará la solicitud del inventario de individuos ante el ente territorial.

## 2.3. Aspecto predial

- Permisos de uso de franja de vía, según lo dispuesto en la Ley 1228 de 2008<sup>1</sup>.
- Respuesta recibida a la consulta de la unidad de restitución de tierras.
- Respuesta de consulta y verificación de Títulos Mineros.
- Certificado de riesgo de predios obtenido por la alcaldía municipal donde se de información sobre si un predio está localizado en área urbana y si se encuentra o no en zona de riesgo, de acuerdo con sus condiciones físicas asociadas a factores de amenazas o riesgos naturales.
- Respuesta recibida a consulta sobre el Estado Jurídico del predio en el VUR (si aplica).
- Resultado de consulta del POT/EOT del municipio en donde se realizará el proyecto.
- Proyección de vías en la zona de influencia del proyecto (cruces-accesos).
- Resultado de consulta y verificación de cruces con Oleoductos, Poliductos y Áreas Licenciadas.
- Resultado de consulta y verificación de proyectos con planeación de los municipios del área de influencia del proyecto que puedan interferir con las futuras redes.
- Acuerdo de coexistencia de servidumbres, toda vez que se presenten cruces con redes de distribución y líneas de transmisión administradas por entidades diferentes a CENS<sup>1</sup>.
- Autorización de construcción de infraestructura eléctrica<sup>1 2</sup>.

<sup>1</sup> Este documento es requerido en la etapa de ejecución del proyecto y debe ser considerado (si aplica) en el presupuesto entregado en la formulación.

<sup>2</sup> Este permiso debe ser gestionado en conjunto con el ente territorial en todo caso que el proyecto se ejecute con recursos de terceros, siempre y cuando la red quede situada en un predio privado, el trámite debe contar con el documento permiso de paso firmado por el propietario o poseedor y por el ente territorial, la cedula de ciudadanía del propietario o poseedor. Si la red queda en espacio público o zona de retiro de vía, este permiso debe ser diligenciado con el ente administrador respectivamente.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 13 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

## 2.4. Aspecto social

- Concepto de pertinencia y oportunidad de consulta previa entregado por el Ministerio del Interior. En todos los casos en que la población objetivo o parte de esta, si pertenece a grupos étnicos se debe realizar consulta previa según lo dispuesto por el Ministerio del Interior.
- Socialización del proyecto y concertación con la comunidad, se debe tomar registro por medio de actas de socialización y compromisos con los actores.

**Nota:** En todo caso que el proyecto se financie con recursos de terceros, se debe realizar una caracterización de la población objetivo, de acuerdo con lo dispuesto por el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas (IPSE). En cualquier caso, se dejará registro por medio de actas.

## 3. SELECCIÓN DE RUTA

La selección de ruta se realiza a partir de una exploración inicial que comprenda los puntos de conexión entregados por CENS y la localización de la población objetivo del proyecto, en esta selección se busca minimizar el impacto ambiental cumpliendo los criterios técnicos necesarios; por tal motivo la metodología comprende lo siguiente:

- Solicitud de datos preliminares de los usuarios a energizar, esta información debe haber sido solicitada y validada con el ente territorial correspondiente.
- Solicitud a CENS de los puntos de conexión más cercanos y técnicamente viables a partir de la información geográfica recibida por ente territorial o aquella que ha sido previamente validada en campo.
- Verificación en campo del estado de las estructuras en los puntos de conexión recibidos y la existencia de cada uno de los usuarios a energizar en las coordenadas entregadas a CENS, en el caso de que este usuario se encuentre en una localización diferente, se debe realizar la toma de coordenadas con GPS. Se debe tomar evidencia fotográfica.
- Planteamiento de posibles rutas de acuerdo con la información recolectada preliminarmente.
- Reconocimiento inicial en campo donde se realice la identificación visual de las posibles rutas, redes existentes, características importantes del relieve, predios, vías de acceso, economía del área de influencia, el componente biótico y abiótico, cultivos o actividades productivas, esto con el fin de evaluar las posibles afectaciones y/o restricciones que se puedan presentar en la zona.
- Análisis de información recolectada en terreno por medio de herramientas de georreferenciación (softwares como ArcGIS, QGIS, Global Mapper o Google Earth), identificando cuerpos de agua, predios, reservas forestales, bosques, coberturas vegetales, cultivos, títulos mineros, vías terrestres, infraestructura existente, aspectos culturales y sociales que puedan influir en el proyecto.
- Identificación de trámites, consultas y permisos requeridos para la eventual construcción de las redes de acuerdo con las características particulares del área de influencia del proyecto y la población objetivo.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 14 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

**Nota 1:** Toda georreferenciación de usuarios, especies, puntos de conexión, ubicación de estructuras, etc. deben presentarse el sistema de coordenadas utilizado por CENS, por esta razón se debe programar el GPS con coordenadas planas MAGNA-SIRGAS BOGOTA u Origen Nacional.

**Nota 2:** Se recomienda que el reconocimiento en campo se realice una vez que se tengan definidas al menos tres alternativas de rutas y que de estas se haya levantado parte de información secundaria predial, ambiental y social.

### 3.1. Evaluación de alternativas

Una vez se cuente con la información suficiente se debe aplicar la metodología de selección de rutas del Plan Indicativo de Expansión de cobertura – PIEC y el estructurador del proyecto debe certificar que la seleccionada corresponde a la mejor alternativa.

La evaluación de alternativas debe contemplar el estimando de los costos asociados a los aspectos que pueden tener el mayor impacto técnico y presupuestal, estos se muestran a continuación:

- Costos de gestión predial.
- Costos de construcción.
- Costos de Mantenimiento.
- Costos por licencias y compensaciones ambientales.
- Costos de administración e interventoría.

## 4. SERVIDUMBRE Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD

De acuerdo con lo establecido por RETIE, las zonas de servidumbres aplican para niveles tensión superiores a 57,5 kV. Sin embargo, para la ejecución de proyectos de electrificación rural se considerará como servidumbre a las distancias de seguridad aplicables para redes de distribución.

La zona de servidumbre debe ser una franja longitudinal paralela a la red donde no se presenten obstáculos garantizando la seguridad durante la construcción, operación y mantenimiento. La distancia mínima horizontal será medida desde la parte energizada más cercana a la construcción, en ambos costados de la red.

Las distancias de seguridad indicadas en la Tabla 2, comprenden lo establecido en el artículo 13 del Reglamento técnico RETIE para las redes que se construyen con conductores desnudos, y se adoptan las distancias establecidas en el National Electrical Safety Code (NESC) para redes construidas con conductores aislados.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 15 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

TIPO DE RED	RED SECUNDARIA AÉREA DESNUDA 0 A 750 V	RED SECUNDARIA AÉREA AISLADA 0 A 750 V (VER NOTA 2)	RED PRIMARIA AÉREA DESNUDA DESDE 750 V HASTA 13.2 KV (VER NOTA 1)	RED PRIMARIA 750V A 13.2 KV AÉREA AISLADA
Distancia de seguridad	1.7 m	1.5 m	2.3 m	1.4 m

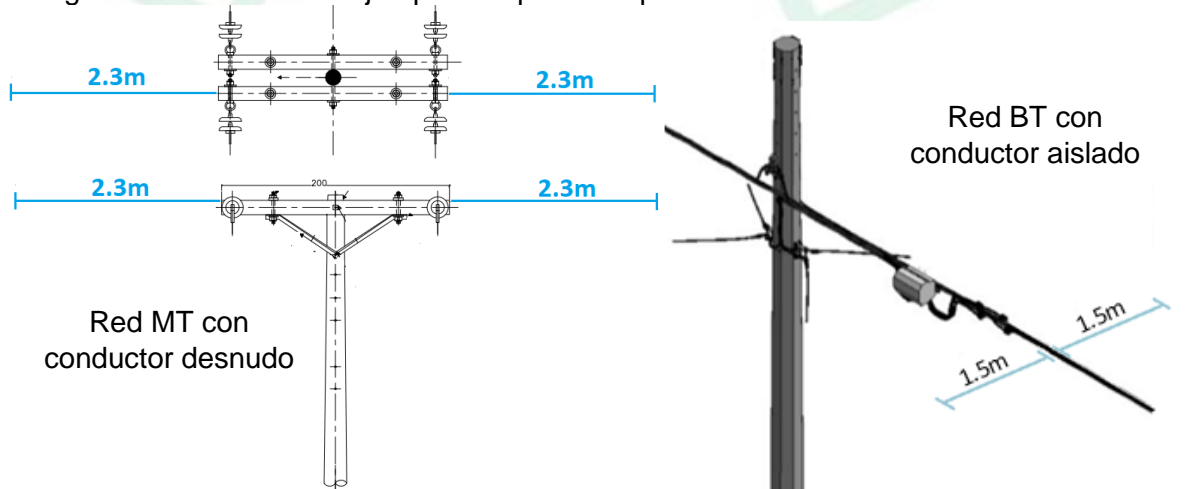
**Tabla 2. Distancias de seguridad**

**Nota 1:** En el caso que las redes se proyecten con conductores cubiertos y el espacio disponible no permita alcanzar el valor indicado en la tabla, la distancia mínima de seguridad puede ser reducida en 0.60 m.

**Nota 2:** Donde el espacio disponible no permita cumplir con las distancias de seguridad horizontales para redes de baja tensión aisladas de la presente norma, la separación se puede reducir hasta en 0.6m (distancia mínima horizontal 0.9m).

**Nota 3:** Está prohibida la construcción de nuevas redes de distribución por encima de los techos, balcones y proyecciones de las edificaciones o viviendas.

En la figura 1 se muestra un ejemplo de aplicación para estas distancias:



**Figura 1. Distancias de seguridad**

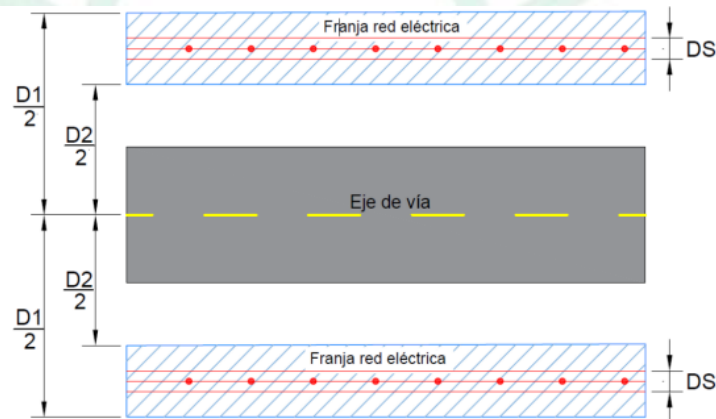
#### 4.1. Fajas de retiro obligatorias en vías

Según lo establecido en la ley 1228 de 2008 y la resolución 950 de 2006 se tendrán en cuenta las fajas de retiro o derecho de vía para la instalación de infraestructura eléctrica que permitan las ampliaciones futuras de las carreteras. A continuación, se muestran estas distancias:

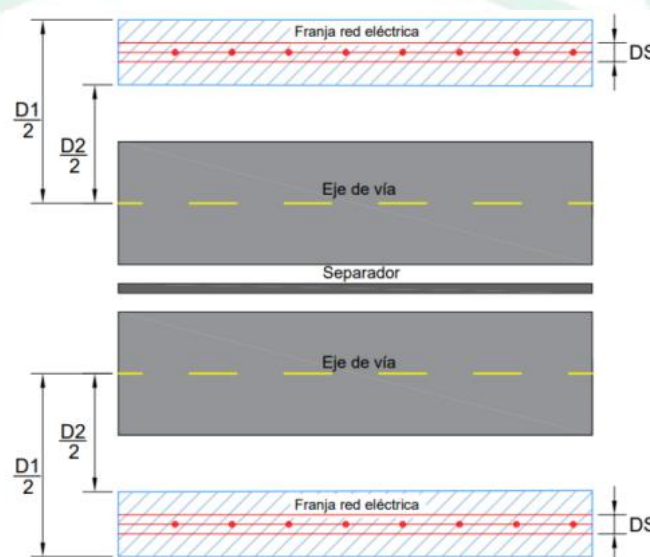
ORDEN DE CARRETERA	FAJA DE RETIRO LEY 1228 (M)	DISTANCIA MÍNIMA PARA UBICAR SERVICIOS PÚBLICOS (M)
	D1	D2
Primer Orden	60	28
Segundo Orden	45	22
Tercer Orden	30	18

**Tabla 3. Fajas de retiro obligatorias**

En las figuras 2 y 3 se muestra la representación de las distancias indicadas en la tabla 3 para vías de calzada sencilla o doble calzada. Teniendo en cuenta que las distancias de seguridad (DS) deben quedar contenidas dentro de la franja eléctrica.



**Figura 2. Faja de retiro obligatoria en vía calzada sencilla**



**Figura 3. Faja de retiro obligatoria en vía calzada doble**

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

## 5. CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICO

Las redes de electrificación rural comprenden la derivación de la red principal, la construcción de redes primarias y secundarias, la selección del transformador, la selección de protecciones, la construcción de redes en baja tensión, la instalación de acometidas, sistema de puesta a tierra, sistema de medición y en los casos que aplique, las instalaciones internas de la vivienda.

### 5.1. Configuración de red

La red de distribución rural será generalmente Trifásica (3 fases) o Bifásica (2 fases), dependiendo del tipo de carga y la configuración de red existente. Toda derivación de la red troncal debe realizarse mediante una estructura paso en flojo con un vano máximo de 10 metros, salvo aquellos lugares donde la topografía del terreno requiera una distancia más larga en todo caso no debe superar los 20 metros.

Toda derivación o expansión debe contar con un sistema de protecciones correspondiente como se muestra en el numeral de protecciones del presente documento.

En los casos donde se requiera una expansión de la red troncal se debe proyectar la nueva red dependiendo de las características del punto de conexión definido por CENS dando continuidad a la configuración existente. Si la nueva red se derivará desde una troncal trifásica, este ramal podrá proyectarse como una red bifásica. En ningún caso se permitirá la expansión o derivación de un circuito a 7.6 kV desde un punto de conexión de 13.2 kV existente.

### 5.2. Tensión de diseño

De acuerdo Las redes de distribución rurales deben tener en cuenta la información dispuesta en la norma *CNS-NT-02 “PARAMETROS DE DISEÑO”* de CENS.

En la Tabla 4 se muestran las tensiones normalizadas para media tensión.

NIVEL DE TENSIÓN	TIPO DE SISTEMA	TIPO DE CONEXIÓN	FASES	TENSIÓN NOMINAL EN VOLTIOS (V) TOLERANCIA (10%)
Media Tensión	Bifásico bifilar	Bifásico bifilar	FF	13200
		Monofásico bifilar	FN	7600
	Trifásico trifilar	Trifásico trifilar	FFF	13200

**Tabla 4. Suministro desde redes de media tensión**

**Nota:** Los ramales en media tensión para electrificación rural se proyectarán a 13200 V, salvo los casos que se designen por parte de CENS puntos de conexión a 7600 V.

En la Tabla 5 se muestran las tensiones normalizadas para baja tensión.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 18 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

NIVEL DE TENSIÓN	TIPO DE SISTEMA	TIPO DE CONEXIÓN	FASES	TENSIÓN NOMINAL EN VOLTIOS (V) TOLERANCIA (10%)
Baja tensión	Monofásico trifilar	Monofásico bifilar	FN	120
		Monofásico trifilar (bifásico)	FFN	120/240
	Trifásico tetrafilar	Monofásico bifilar	FN	127
		Bifásico trifilar	FFN	127/220
		Trifásico tetrafilar	FFFN	127/220

Tabla 5. Suministro desde redes de baja tensión

### 5.3. Cálculo de la demanda máxima diversificada

Los valores aplicables a las zonas que se encuentren fuera de los cascos urbanos de los municipios se presentan en la Tabla 6. Para la población que se encuentre dentro de los cascos urbanos de los municipios aplicaran la formulas establecidas en el capítulo 2 de la norma técnica CENS.

ELECTRIFICACIÓN RURAL				
USUARIOS	KVA/USUARIO	KVA TOTAL	KVA TRAFO	% CARGA
1	0.8	0.8	3	27%
2	0.7	1.4	3	47%
3	0.6	1.8	3	60%
4	0.6	2.4	3	80%
5	0.6	3	3	100%
6	0.55	3.3	5	66%
7	0.55	3.85	5	77%
8	0.55	4.4	5	88%
9	0.5	4.5	5	90%
10	0.5	5	5	100%
11	0.5	5.5	10	55%
12	0.5	6	10	60%
13	0.5	6.5	10	65%
14	0.5	7	10	70%
15	0.5	7.5	10	75%
16	0.5	8	10	80%
17	0.5	8.5	10	85%
18	0.5	9	10	90%
19	0.5	9.5	10	95%
20	0.5	10	10	100%

Tabla 6. Demanda diversificada para zonas rurales

**Nota:** Factor de carga = 0.32, Factor de pérdidas = 0.15.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 19 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

### 5.3.1. Capacidad de transformadores

La capacidad del transformador se debe seleccionar a partir de la demanda máxima diversificada, de acuerdo con la concentración de carga o número de usuarios en el punto de instalación.

- 3 kVA
- 5 kVA
- 10 kVA
- 15 kVA

En todo caso, la cargabilidad de los transformadores debe estar entre el 50% y el 75%.

#### 5.3.1.1 Relación de transformación

La señalización En la Tabla 7 se muestran las tensiones normalizadas de los transformadores de distribución para redes rurales.

TIPO DE CONEXIÓN	FASES	TENSIÓN NOMINAL LADO DE ALTA EN VOLTIOS (V) TOLERANCIA (10%)	TENSIÓN NOMINAL LADO DE BAJA EN VOLTIOS (V) TOLERANCIA (10%)
Monofásico bifilar	FN	7600	120V
Monofásico trifilar (bifásico)	FFN	13200	120 / 240 V
Trifásico tetrafilar	FFFN	13200	127 / 220 V

Tabla 7. relación de transformación

### 5.3. Regulación de tensión

El cálculo de regulación se realiza con el fin de determinar el porcentaje de caída de tensión, entre la fuente y la carga, de acuerdo con la distancia que exista entre ambas. La regulación de voltaje se calcula aplicando la siguiente metodología.

$$R\% = F_c * \frac{K_G}{V_L^2} * M$$

Dónde:

$F_c$ : Factor de corrección. Se establece de acuerdo al tipo de conexión y al tipo de sistema del circuito, como se indica en la Tabla 10.

$M$ : Momento eléctrico. Se calcula como el producto de la potencia aparente en (kVA) y longitud del tramo en metros (m).

$V_L$ : Voltaje de línea (V).

$K_G$ : Constante de regulación generalizada del conductor y se calcula como:

$$K_G = KG * 100$$

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 20 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

En el cual:

$$KG = (r \cos\Phi + XL \sin\Phi)$$

Donde:

R: Resistencia por unidad de longitud del conductor a una temperatura determinada (Ohm/km).

$\Phi$ : Angulo del factor de potencia de la carga.

XL: Reactancia inductiva por unidad de longitud del conductor (Ohm/km).

TIPO DE SUBESTACIÓN	TIPO DE RED		
	MONOFÁSICA (FN)	BIFILAR (FF)	TRIFILAR (FFN)
Monofásica	8,00	2,00	2,00
Trifásica	6,00	1,732	2,25

Tabla 8. Factores de corrección

La metodología detallada del cálculo de la regulación de voltaje se encuentra establecida en el numeral 2.4 capítulo 2 de la Norma técnica CENS.

En todo caso, el cálculo de la regulación debe garantizar el cumplimiento de los límites presentados en la tabla 9.

NIVEL DE Tensión	ÁREA	LÍMITES DE REGULACIÓN DE VOLTAJE
Circuitos de baja tensión	Zona Rural secundarias	3%
	Acometidas	2%
Circuitos de media tensión	Para expansión de redes derivadas de un circuito alimentador principal	Menor o igual al 0.1 % a partir del Punto de conexión

Tabla 9. Límites de regulación de voltaje

#### 5.4. Pérdidas máximas

Las pérdidas de potencia en un sistema trifásico se deben calcular para los diseños eléctricos de la siguiente manera:

$$PL\% = \frac{rM}{V_L^2 \cos \phi}$$

En donde:

M: Momento eléctrico en kVA\*m.

R: Resistencia por unidad de longitud en Ohm/km.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 21 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

 <p>Grupo-epm</p>	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

$\phi$ : Angulo del factor de potencia de la carga.

$V_L$ : Tensión de línea en voltios.

Para otros sistemas diferentes al trifásico se debe multiplicar la anterior expresión de pérdidas de potencia por los factores de corrección de la Tabla 8.

En todo caso, el cálculo del porcentaje de perdidas debe garantizar el cumplimiento de los límites presentados en la tabla 10.

COMPONENTE	PERDIDAS DE POTENCIA
Líneas de distribución (M.T).	1%
Redes de baja tensión.	2.35%
Transformadores	De acuerdo con NTC 818, 819 y 1954- última actualización.

**Tabla 10. Límite de pérdidas**

### 5.5. Criterios complementarios

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Regulación	Primaria (M.T) = Menor o igual al 0.1 % a partir del Punto de conexión
	Secundaria (B.T) = 3%
	Rango voltaje +5; -10%
Parámetros eléctricos	Red M.T a 13.2kV; 7.6 kV
	Red B.T Bifilar a 120 V
	Red B.T Trifilar a 240/120 V
	Red B.T trifásica a 3 * 120/208 V
Pérdidas	Primaria (M.T) = 1%
	Secundaria (B.T) = 2.35%
Capacidad de transformadores - Carga	Se seleccionarán de acuerdo con la Tabla 6 de demanda diversificada para el sector rural.
	Se localizarán en sitios donde haya concentración de carga.
Calibre de conductores	Red M.T en conductor ACSR o AAAC desnudo o semiaislado mínimo 2/0.
	Cable de guarda mínimo de sección 50 mm <sup>2</sup> o cable de acero galvanizado EHS 3/8".
	Los bajantes del transformador deben cumplir con la norma CNS-NT-03-08 Protección y bajantes de transformadores de distribución tipo poste.
	Redes B.T de acuerdo con el cálculo de regulación y pérdidas. Calibre mínimo No. 4 AWG.
	Acometida cable concéntrico 1x8+8 cobre o cable concéntrico 1x6+6 aluminio.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 22 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
	<p>Distancia máxima 30 metros desde el punto de conexión más cercano de baja tensión hasta el medidor, salvo los casos que se requiera por diseño una distancia mayor previa aprobación por parte de CENS. Esta distancia no aplica en los casos que implementen montajes integrales de medición.</p> <p>De acuerdo a lo indicado en el PIEC, no se podrá densificar por baja tensión a un usuario que se encuentre a más de 600 metros del transformador, en tal caso se debe proyectar la red en M.T e instalar un transformador a menor distancia. Teniendo en cuenta el sistema de medición a implementar se debe minimizar la expansión en baja tensión.</p>
Postería	<p>Ver el numeral 6.1 de Apoyos Normalizados de este documento.</p> <p>En todo caso, se debe verificar el cumplimiento del RETIE, especialmente distancias de seguridad y esfuerzos aplicados a la estructura.</p>
Medidor	<p>Medidor energía electrónico 120V 5(60)A 1F2H clase 1; medidor energía electrónico 240V 5(10)A 1F3H CLASE 1; Macromedidor; Medidor electrónico bicuerpo tipo riel din; medidor energía electrónico 120V 5(60)A 1F2H Clase 1 riel din prepago/pospago – bicuerpo.</p> <p>Se instalará medida concentrada por parte de CENS, cuando sea requerido.</p>
Materiales y Equipos	<p>Los materiales y equipos suministrados por particulares o firmas contratistas para ser instalados en el sistema de las Centrales Eléctricas de Norte de Santander S.A E.S.P. deben ser nuevos, cumplir con el RETIE y tener certificado de producto, además de cumplir con las Especificaciones técnicas propias y homologadas de CENS.</p>

**Tabla 11. Criterios complementarios de diseño**

## 6. CRITERIOS DE DISEÑO MECÁNICO

En el caso de la electrificación rural los vanos dependerán de la topografía del terreno y del diseño debidamente aprobado por CENS, y debe soportarse con los respectivos cálculos mecánicos, perfiles topográficos y curvas de tendido de conductores.

Para realizar el diseño mecánico de la red se deben seguir los criterios, hipótesis y factores de seguridad para el cálculo mecánico presentados en el capítulo 3 de la Norma Técnica CENS.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 23 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

Para la etapa de ejecución se debe elaborar una tabla de tendido con todas las estructuras proyectadas y garantizar la construcción de la red aplicando las tensiones asignadas mediante instrumentos de medida como dinamómetros.

### 6.1. Apoyos normalizados

La selección de los postes se realizará teniendo en cuenta los resultados del cálculo mecánico y cumpliendo las distancias de seguridad verticales de acuerdo con el perfil topográfico de la ruta seleccionada.

Las redes de media y baja tensión se deben construir con postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), en el caso de utilizar una tecnología diferente debe ser aprobada por CENS. Se deben usar postes de dimensiones estandarizadas de 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18 m, con tolerancias de más o menos 50 mm. La resistencia mínima de rotura es de 510 kgf. En áreas aisladas de escasa presencia de personas (zonas rurales de muy baja circulación de personas), se permite el uso de postes de 7 m de altura para la instalación de redes secundarias. Igualmente, donde se utilicen conductores aislados o semiaislados y para acometidas secundarias aisladas. No se permite el montaje de transformadores en postes de madera y su uso para la instalación de redes solo se permite previa revisión y autorización de CENS.

Para soportar alimentadores aéreos aislados desde el medidor de energía, hasta el tablero de distribución de la edificación, se permite el uso de postes de menor longitud, hasta de 6 m de altura (tipo alfardas), siempre que su resistencia a la rotura no sea menor de 250 kgf y se garantice la altura mínima de la acometida en el cruce de vías.

El poste debe ser empotrado a una profundidad igual a 60 cm más el 10% de la longitud del poste y siempre se debe verificar que no presente peligro de volcamiento.

$$D = H * 0.1 + 0.6 \text{ m}$$

Donde,

*D*: Profundidad de enterramiento del poste

*H*: Longitud del poste en metros

### 6.2. Cálculo de amortiguadores

Se adopta la norma RA6-019 de EPM, donde se definen los criterios para la instalación de amortiguadores según la distancia entre apoyos o vano. En la siguiente tabla se muestra la cantidad de amortiguadores por fase y cable de guarda, que debe implementarse a cada extremo del tramo evaluado según aplique:

CONDUCTOR			DISTANCIA (mm)		-1 AMORTIGUADOR	-2 AMORTIGUADOR
AWG	Diámetro (mm)	Tensión mecánica	E	F	VANO (m)	VANO (m)
4	6.36	20%	360	610	250 a 360	Más de 360
2	8.01	20%	450	760	250 a 360	Más de 360

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 24 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

CONDUCTOR			DISTANCIA (mm)		-1 AMORTIGUADOR	-2 AMORTIGUADOR
1/0	10.11	20%	560	940	250 a 360	Más de 360
4/0	14.31	20%	780	1320	250 a 360	Más de 360

Tabla 12. Criterios para la instalación de amortiguadores

**Nota:** Cuando los vanos sean mayores a 670 metros será necesario realizar un estudio especializado.

### 6.3. Cálculo de la longitud del conductor

La cantidad de cable requerida por fase y cable de guarda se debe calcular teniendo en cuenta la catenaria por vano, es decir, la curvatura del conductor sostenido entre dos apoyos. La metodología de cálculo se muestra a continuación:

$$L = 2h \operatorname{Senh} \frac{a}{2h}$$

Donde,

$L$  : Longitud del conductor

$h$  : Altura más baja del conductor en el vano

$a$  : Vano

$\operatorname{Senh}$  : Seno hiperbólico

Cuando por complejidad no sea posible calcular la longitud real del conductor en todos los tramos, se puede considerar la longitud medida linealmente como la requerida, adicionando un porcentaje que contemple catenaria, reservas, cambios de dirección, perdidas de material, bajantes, etc. Los porcentajes mostrados en la siguiente tabla son una aproximación practica del valor adicional:

RED	PORCENTAJE ADICIONAL
Media Tensión	6%
Baja Tensión	4%

Tabla 13. Porcentaje adicional de longitud del conductor

El cálculo aproximado de la longitud total del conductor se muestra a continuación:

Para MT → Longitud total conductor = Longitud Lineal \* 1.06

Para BT → Longitud total conductor = Longitud Lineal \* 1.04

### 6.4. Herrajes

Las redes rurales deben instalarse con los herrajes apropiados para el tipo, material y calibre del conductor. Estos deben ser de diseño adecuado a la función mecánica y eléctrica de su aplicación.

Toda derivación de la red en media tensión debe ser realizada mediante conectores con estribos de acuerdo a lo especificado en la ET-CENS-05-03 y debidamente seleccionados según el calibre

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 25 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

del conductor y la corriente de carga. En caso de utilizar red compacta con conductor semiaislado se deben instalar conectores de perforación de aislamiento con estribo de acuerdo con lo especificado en la ET-TD-ME11-06. La conexión de la derivación al estribo debe realizarse mediante una grapa de operación en caliente.

Todos los herrajes deben soportar los esfuerzos en las condiciones más severas de trabajo; además deben cumplir las especificaciones técnicas homologadas del grupo EPM o aquellas únicas para CENS, encontradas en la página web. Para su selección se debe cumplir con los factores de seguridad de la tabla 41 del capítulo 2 de la norma técnica CENS.

Los herrajes deben tener superficies lisas y estar libres de bordes agudos, es decir, no presentar protuberancias, rebabas, escorias o escamas, que dificulten el acople, ni cambios bruscos de curvaturas, ni puntos de concentración de esfuerzos mecánicos o de gradiente eléctrico. Lo herrajes aislados no pueden presentar deformaciones o roturas de aislamiento que no hayan sido contempladas en el diseño.

Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de guarda o por los aisladores deben tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a tres, respecto a su carga de trabajo nominal. Cuando la carga mínima de rotura se compruebe mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de retención del conductor y los empalmes deben soportar una tensión mecánica en el cable del por lo menos el 90% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca deslizamiento.

Para realizar una adecuada selección de los elementos de fijación al poste como pernos y collarines, se recomienda el uso de las tablas mencionadas en el capítulo 3 de la norma técnica CENS.

## 6.5. Listado de estructuras

Las redes de media tensión trifásicas o bifásicas deben ser construidas con estructuras normalizadas, en la Tabla 13 se muestra un listado de las estructuras más utilizadas para el sector rural.

CÓDIGO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	NORMA
NC-RA2-111	Estructura en Delta configuración suspensión con cruceta de 1500 mm para red aérea nivel de tensión 13.2 kV	Homologada
NC-RA2-122	Estructura en Delta configuración ángulo con cruceta de 1500 mm para red aérea nivel de tensión 13.2 kV	Homologada
NC-RA2-133	Estructura en Delta configuración retención con cruceta de 1500 mm para red aérea nivel de tensión 13.2 kV	Homologada

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 26 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

CÓDIGO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	NORMA
NC-RA2-544	Estructura en Delta configuración terminal con cruceta de 1500 mm para red aérea nivel de tensión 13.2 kV	Homologada
NC-RA2-511	Estructura en Hache configuración suspensión con cruceta de 4500 mm para red aérea nivel de tensión 13.2 kV	Homologada
NC-RA2-532	Estructura en Hache configuración retención con cruceta de 4500 mm para red aérea nivel de tensión 13.2 kV	Homologada
NC-RA2-535	Estructura en Hache configuración retención con cruceta de 2400 mm y 4500 mm para red aérea nivel de tensión 13.2 kV	Homologada
NC-RA2-543	Estructura en Hache configuración terminal con cruceta de 4500 mm para red aérea nivel de tensión 13.2 kV	Homologada
NC-RA2-546	Estructura en Hache configuración terminal con cruceta de 2400 mm y 4500 mm para red aérea nivel de tensión 13.2 kV	Homologada
NC-RA2-641	Estructura Trillizo configuración retención para red aérea nivel de tensión 13.2 kV	Homologada
NC-RA2-701	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2kv compacta. configuración suspensión con cruceta de 1500mm	Homologada
NC-RA2-702	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2kv compacta. configuración suspensión con espaciador	Homologada
NC-RA2-703	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2kv compacta. configuración suspensión con ménsula horizontal	Homologada
NC-RA2-704	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2kv compacta. configuración en suspensión aislador pin sencillo	Homologada
NC-RA2-705	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2kv compacta. configuración ángulo aislador pin doble	Homologada
NC-RA2-706	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2kv compacta. configuración retención con cruceta 1500 mm	Homologada
NC-RA2-707	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2kv compacta. configuración retención brazo angular tipo c	Homologada
NC-RA2-708	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2 kv compacta. configuración retención brazo angular tipo c	Homologada

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 27 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

CÓDIGO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	NORMA
NC-RA2-709	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2 kv compacta. configuración terminal con cruceta de 1500 mm	Homologada
NC-RA2-710	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2 kv compacta. configuración terminal con brazo en c	Homologada
NC-RA2-711	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2 kv compacta. configuración terminal cruceta 1500 mm bandera	Homologada
NC-RA2-712	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2 kv compacta. configuración suspensión – dos circuitos	Homologada
NC-RA2-713	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2 kv compacta. configuración suspensión aislador pin sencillo – dos circuitos	Homologada
NC-RA2-714	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2 kv compacta. configuración ángulo aislador pin doble – dos circuitos	Homologada
NC-RA2-715	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2 kv compacta. configuración suspensión – tres circuitos	Homologada
NC-RA2-716	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2 kv compacta. configuración suspensión aislador pin sencillo - tres circuitos	Homologada
NC-RA2-717	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2 kv compacta. configuración ángulo aislador pin doble – tres circuitos	Homologada
NC-RA2-718	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2 kv compacta. configuración suspensión – cuatro circuitos	Homologada
NC-RA2-719	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2 kv compacta. configuración suspensión aislador pin sencillo - cuatro circuitos	Homologada
NC-RA2 -720	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 13.2 kv compacta. configuración ángulo aislador pin doble – cuatro circuitos	Homologada
NC-RA3-401	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 7.62 kv vertical. configuración suspensión	Homologada
NC-RA3-402	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 7.62 kv vertical. configuración ángulo	Homologada
NC-RA3-403	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 7.62 kv vertical. configuración retención	Homologada

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 28 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

CÓDIGO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	NORMA
NC-RA3-404	Norma de construcción red aérea nivel de tensión 7.62 kv vertical. configuración terminal	Homologada
RA3-040	Instalación de aisladero monofásico y DPS	Se Adopta EPM
RA4-100	Instalación de macromedición	Se Adopta EPM
CNS-03-710	Estructura Transformador Monofásico	CENS
CNS-03-510-02	Estructura de Paso, disposición horizontal monofásica 13,2 kV	CENS
CNS-03-512-02	Estructura de Paso Doble, disposición horizontal monofásica 13,2 kV	CENS
CNS-03-515-02	Estructura de Retención, disposición horizontal monofásica 13,2 kV	CENS
CNS-03-514-02	Estructura Terminal, disposición horizontal monofásica 13,2 kV	CENS
CNS-03-516-02	Estructura mellizo configuración retención para red aérea nivel de tensión 13.2 kV	CENS
CNS-03-517-02	Estructura mellizo configuración terminal para red aérea nivel de tensión 13.2 kV	CENS
CNS-03-731-02	Estructura de Derivación monofásica con cortacircuitos 13,2 kV	CENS
CNS-03-733-02	Estructura de Derivación monofásica sin cortacircuitos 13,2 kV	CENS
CNS-03-730-02	Estructura de Derivación trifásica con cortacircuitos 13,2 kV	CENS
CNS-03-732-02	Estructura de Derivación trifásica sin cortacircuitos 13,2 kV	CENS
CNS-03-511-02	Estructura de Paso, disposición horizontal trifásica 13,2 kV	CENS
CNS-03-513-02	Estructura de Paso Doble, disposición horizontal trifásica 13,2 kV	CENS
CNS-03-560-02	Estructura de Retención, disposición horizontal trifásica 13,2 kV	CENS
CNS-03-550-02	Estructura Terminal, disposición horizontal trifásica 13,2 kV	CENS
CNS-03-626-01	Estructura de Suspensión para red secundaria	CENS
CNS-03-627-01	Estructura de ángulo para red secundaria	CENS

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 29 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

CÓDIGO DE ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	NORMA
CNS-03-628-01	Estructura de terminal para red secundaria	CENS
CNS-03-629-01	Estructura de referencia para red secundaria	CENS
CNS-05-116	Acometida aérea concéntrica monofásica de 1 a 8 kVA	CENS
RA6-019	Instalación de amortiguadores	Homologada
CNS-NT-03-06	Instalación de Templetes	CENS
CNS-NT-03-02	Montaje de Medida Concentrada	CENS
CNS-NT-03-08	Protección y bajantes de transformadores de distribución tipo poste	CENS

Tabla 14. Listado de estructuras electrificación rural

## 7. SELECCIÓN DE CONDUCTORES

### 7.1. Calibre del conductor de media tensión

El calibre del conductor mínimo para redes troncales y derivaciones será de 2/0, salvo que los cálculos electromecánicos indiquen un calibre superior, en ese caso prevalecerá el calibre calculado.

A continuación, se muestran las ecuaciones para el cálculo de la capacidad del conductor, dependiendo del tipo de sistema a instalar.

TIPO DE SISTEMA	CÁLCULO DE LA CORRIENTE
Trifásico tetrafilar	$Inom = \frac{S_{3\phi}}{\sqrt{3} * VL}$
Monofásico trifilar	$Inom = \frac{S_{2\phi}}{2 * VLn}$
Monofásico bifilar	$Inom = \frac{S_{1\phi}}{VLn}$

Tabla 15. Cálculo de corriente

Donde:

S3φ: Potencia del sistema trifásico tetrafilar

S2φ: Potencia del sistema monofásico trifilar

S1φ: Potencia del sistema monofásico bifilar

VL: Tensión de línea

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 30 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

VLn: Tensión de fase

A la corriente calculada para redes de media tensión se debe aplicar un factor de seguridad del 15%:

$$I_{cond} = I_{nom} * 1.15$$

**Nota:** Este factor podrá ser ajustado, en todo caso que, el análisis de los parámetros y casos críticos del diseño particular, requieran el redimensionamiento de este por parte del diseñador.

Según el artículo 220-3, sección 220 de la NTC 2050, a la corriente calculada para redes de baja tensión se debe aplicar un factor de seguridad del 25%:

$$I_{cond} = I_{nom} * 1.25$$

## 7.2. Uso de red compacta

Los circuitos, tramos y derivaciones rurales se deben diseñar y construir en red compacta usando conductor semiaislado en los siguientes casos:

- Zonas densamente arborizadas o de alto vientos.
- Zonas donde no sea posible el cumplimiento de distancias de seguridad.
- Zonas donde existan restricciones ambientales que no permitan el uso de conductores desnudos.

**Nota:** Salvo los casos en que el perfil topográfico o la longitud de los vanos no permitan el uso de este tipo de red.

Estas redes deben ser construidas con aisladores y espaciadores poliméricos. Las derivaciones del cable a dispositivos o aparatos deben hacerse por medio de conectores y conductores semiaislado (cubiertos). Si en algún punto se debe realizar derivaciones con herrajes o conectores convencionales (desnudos) se deben cubrir con cinta autofundente, para protegerlos contra contactos accidentales y entrada de humedad al cable.

Las normas de construcción para estructuras compactas pueden ser consultadas en la página web de CENS.

El cable de guarda o mensajero se debe aterrizar cada tres (3) estructuras, en las estructuras terminales, y en donde las estructuras tengan elementos de derivación o transformación.

## 7.3. Conductor de baja tensión

Los conductores de baja tensión son cuádruplex, tríplex o dúplex de aluminio y aislamiento tipo XLPE 600V, tal como se muestra en la especificación técnica ET-TD-ME01-06 “Cables de aluminio múltiplex para baja tensión”. El neutro puede ser en ACSR o en aleación de aluminio AAAC y las fases deben ser en AAC. El calibre del neutro puede ser como mínimo un calibre inmediatamente inferior al de las fases.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 31 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.		
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10	

En baja tensión se aterrizará el neutro cada 3 apoyos, en el apoyo de ubicación del transformador y en todos los apoyos finales del circuito o en los apoyos que por topografía del terreno sean más vulnerables a descargas atmosféricas, la conexión se realizará por medio de un conductor de puesta a tierra adecuado según lo establecido en el capítulo 2 de la Norma Técnica CENS.

Los conductores de las salidas del transformador deben ser en cable monopolar de un calibre que cumpla con la capacidad de corriente, regulación y pérdidas de potencia.

La conexión o cualquier derivación de la red trenzada debe realizarse mediante el conector de perforación de aislamiento y debe cumplir con la especificación técnica ET-TD-ME11-06 Conector de perforación de aislamiento. Son tipo perforación, bimetálicos tipo tornillo fusible para conexión sellada a cables aislados XLPE-90°C (Principal y derivación), además debe llevar tapón sellador para el cable derivado, en caso de usarse el conector tipo cuña, el acabado final debe quedar totalmente aislado con cinta autofundente y aislante del mismo color del conductor y las cintas deben ser adecuadas para este uso de manera que no cause daño a los conductores o sus aislamientos.

#### 7.4. Conductor de acometida

El calibre del conductor mínimo para acometidas en cobre será de 8 AWG tipo concéntrico con cubierta XLPE o HDPE, en todo caso se cumplirán los requerimientos establecidos en el capítulo 5 de la Norma Técnica CENS. El conductor debe cumplir con las especificaciones técnicas del documento ET-TD-ME01-23 “Cables de cobre concéntrico para acometidas” que puede ser encontrado en la página WEB de CENS.

Se podrá utilizar conductores de aluminio con grado eléctrico de serie AA8000, cuya sección transversal mínima debe ser 6 AWG o dos calibres más grandes al cable de cobre calculado, deben utilizarse los conectores bimetálicos que se requieran. Este tipo de conductor debe cumplir con las especificaciones técnicas contenidas en el documento ET-TD-ME01-12 “Cables de aluminio concéntrico para acometidas” que pueden ser encontrado en la página WEB de CENS.

La distancia máxima para la acometida debe ser de 30 m, medida entre el ultimo apoyo de baja tensión hasta el tablero principal de circuitos en la vivienda, salvo los casos que se requiera por diseño una distancia mayor previa aprobación por parte de CENS. Esta distancia no aplica en los casos que implementen montajes integrales de medición o estrategia rural. En todos los casos se debe cumplir con los límites de regulación de tensión y perdidas de energía presentados en los artículos 5.3 y 5.4 del presente documento.

Los conductores de acometida no podrán ir incrustados o a la vista en la fachada de la vivienda, estos deben estar encerrados en tubería. En aquellas viviendas donde la tubería no pueda ser incrustada en la pared de la fachada se debe utilizar canalización metálica. Se aceptarán cables a la vista, si y sólo si, el cable de la acometida es tipo concéntrico con cubierta XLPE o HDPE no presenta bucles que generen contaminación visual en la fachada, no contravengan las normas de planeación municipal o disposiciones de las autoridades municipales competentes sobre fachadas y se le comunique previamente al usuario.

La forma de conexión de los conductores de la acometida desde la red de distribución deberá hacerse teniendo en cuenta el calibre y el material, usando conectores apropiados de acuerdo

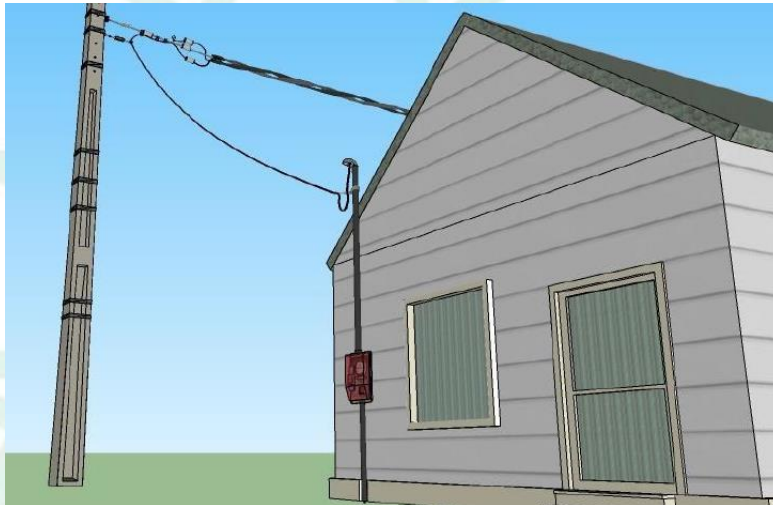
ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 32 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

con las normas para las conexiones aluminio - cobre o cobre - cobre.

En la figura 4 se muestra el esquema típico de conexión para una acometida domiciliaria con tubería sobrepuesta. El detalle de los materiales y especificaciones técnicas para estas estructuras se pueden encontrar en la página web de CENS. El orden de conexión de la acometida eléctrica del predio es, primero el medidor y luego el interruptor automático (“breaker”) de protección general. Cuando se implemente estrategia de medida concentrada la caja para el medidor bicuerpo puede ser instalada en el poste y el display instalado en la fachada de la vivienda.



**Figura 4. Acometida con medidor en poste**

## 7.5. Conductor de guarda

Se debe instalar cable de guarda cuando se cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- La zona de influencia del proyecto presente una densidad de descargas atmosféricas igual o superior a 20 [rayos/km<sup>2</sup> x año], esta categorización se encuentra indicada en la norma homologada RA8-022.
- Se ha identificado que el circuito presenta una tasa de fallas elevada por descargas atmosféricas y/o sobretensiones, esta información será compartida con la entrega de los puntos de conexión.
- Se deriven redes de media tensión desde puntos de conexión apantallados con cable de guarda, en este caso se debe dar continuidad al mismo.

El cable de guarda debe cumplir con la sección transversal mínima establecida por RETIE de 50 mm<sup>2</sup> y ser aterrizado cada tres (3) estructuras, en las estructuras terminales y en las estructuras donde se ubique un transformador de distribución.

El cable de guarda debe instalarse con los herrajes y conectores apropiados de acuerdo con la estructura utilizada en cada punto.

## 7.6. Conductores normalizados para la zona rural

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 33 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

Los conductores y calibres mínimos para la zona rural se muestran en la siguiente tabla:

RED	TIPO DE INSTALACIÓN	MATERIAL	CALIBRE MÍNIMO
MT	Aérea	ACSR	2/0
MT	Aérea compacta	AAAC o AAC semiaislado 15 kV	2/0
MT	Cable de Guarda	Acero EHS ACSR Alumoweld	3/8" 1/0 7*8
BT	Aérea (Trenzada)	Aluminio (Fase) - ACSR (Neutro)	4 AWG
BT	Acometida (Concéntrico)	Cobre	8 AWG
BT	Acometida (Concéntrico)	Aluminio	6 AWG

Tabla 16. Conductores de normalizados para las zonas rurales

## 8. PROTECCIONES

Toda derivación en media tensión de la troncal principal o punto de conexión, se debe proteger con cortacircuitos tipo abierto de caída libre con fusibles tipo T y deben estar acompañados de porta DPS, utilizando los montajes normalizados. En ningún caso, se aceptarán cortacircuitos con capacidad de corriente menor a 12 kA. Sobre la troncal principal no se deben instalar fusibles en serie.

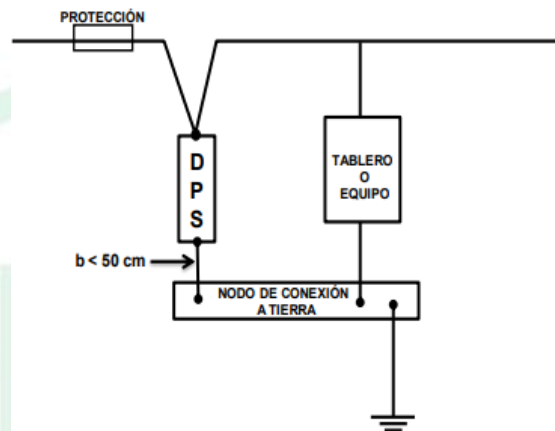


Figura 5. Montaje de DPS en equipo

Cuando se realicen derivaciones a la red ampliada desde el punto de conexión, estará a criterio del diseñador la aplicación de las protecciones mencionadas tomando en cuenta criterios como la linealidad, coordinación y longitud del tramo derivado.

Para la selección de las protecciones y bajantes de las subestaciones tipo poste se deben aplicar los criterios indicados en la norma CNS-NT-03-08 “PROTECCIÓN Y BAJANTES DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TIPO POSTE”, utilizando los esquemas de montaje

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 34 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.		
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10	

establecidos en la misma, tal como se muestra en la figura 6.

Los transformadores de distribución se deben proteger utilizando fusibles tipo K y DPS tipo distribución, lo cuales, deben ser instalados en la cuba del transformador de distribución mediante los accesorios proporcionados por el fabricante del equipo, la conexión debe realizarse en modo común como se muestra en la figura 5.



**Figura 6. Esquema de montaje subestación tipo poste bifásica mostrado en la norma CNS-NT-03-08**

## 9. SISTEMA DE MEDICIÓN

El sistema de medición debe cumplir con los requerimientos indicados en el Capítulo 6 de la Norma Técnica de CENS. El punto de medición debe coincidir con el punto de conexión. La medida se debe realizar de forma directa, salvo excepciones donde se tenga un transformador dedicado o la capacidad instalable del usuario supere los 15 kVA. Este sistema de medición debe ser diseñado teniendo en cuenta las especificaciones técnicas que pueden encontrarse en la página web de CENS.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 35 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

Las instalaciones con transformador exclusivo (monousuario) con capacidad instalada mayor a 15 kVA, deben contar con medida indirecta, al ser considerados como activos de conexión. Para instalaciones nuevas trifásicas con medida indirecta solo serán aceptadas conexiones en tres (3) elementos.

Las instalaciones monofásicas del sector residencial, comercial o industrial con capacidad instalada mayor a 15 kVA, deben contar con medidor de energía Activa/Reactiva.

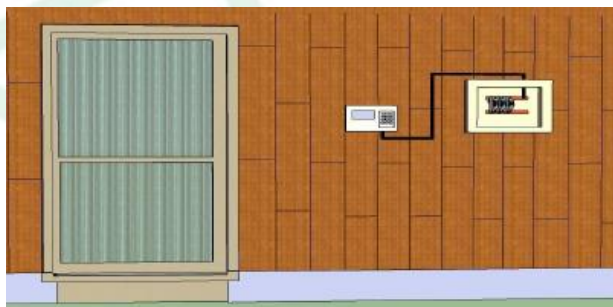
Las instalaciones bifásicas/trifásicas del sector comercial o industrial deben contar con medidor de energía Activa/Reactiva

Se deberá instalar macromedidor cuando se emplee transformador con capacidad superior a 10kVA, independiente del número de usuarios que atienda y de la propiedad del mismo. El suministro e instalación del macromedidor será por cuenta de CENS. Será potestativo de CENS instalar macromedidores en los demás casos para el control del balance de energía de sus clientes o usuarios, de acuerdos a los requisitos y exigencias regulatorias vigentes.

Cuando a uno usuario o varios usuarios se les ha comprobado fraude o se tienen pérdidas atribuibles a los usuarios en B.T desde la conexión del transformador de distribución que alimenta la misma, CENS podrá trasladar el medidor del usuario al poste de derivación de la acometida e implementar una estrategia de medida concentrada. Cuando existan usuarios concentrados, se procurará la instalación de medidores bicuerpo en el poste de la acometida con display en fachada de la vivienda como se observa en la figura 7 y 8. En caso de requerirse, se pueden instalar medidores prepago.



**Figura 7. Medidor bicuerpo instalado en poste de acometida**



**Figura 8. Display en fachada de la vivienda**

## 10. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Los sistemas de puesta a tierra a utilizarse en este tipo de redes deben ser el resultado de algún procedimiento de cálculo, reconocido por la práctica de la ingeniería actual y los valores máximos de las tensiones de paso y de contacto a que puedan estar sometidos los seres humanos, no deben superar los umbrales de soportabilidad.

El diseño de los sistemas de puesta a tierra se realizará teniendo en cuenta:

- Los resultados de las mediciones de resistividad del terreno obtenidos en campo.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 36 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

- La corriente máxima de falla a tierra suministrada por CENS en la solicitud de factibilidad.
- Tiempo de despeje de falla del sistema suministrada por CENS en la solicitud de factibilidad.
- Los requerimientos generales establecidos en el capítulo 2 de la norma CENS.
- Las especificaciones técnicas que se encuentran en la página web de CENS.

A continuación, se muestra una tabla con los valores de resistencia de puesta a tierra establecidos por RETIE:

APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20 $\Omega$
Subestaciones de media tensión	10 $\Omega$
Protección contra rayos	10 $\Omega$
Punto neutro de acometida en baja tensión	25 $\Omega$

**Tabla 17. Valores de referencia resistencia de puesta a tierra**

Para el diseño se debe contar con evidencia fotográfica donde se comprueben las tomas de medidas de resistividad de terreno, de esa manera el diseñador garantizará las tensiones de paso y de contacto para el cumplimiento del sistema de puesta a tierra. Consecuentemente, la ubicación del transformador de distribución puede volverse un criterio de selección de ruta teniendo en cuenta los costos y robustez del sistema de puesta a tierra requerido.

Para la toma de medida de resistividad y cálculo del sistema de puesta a tierra consultar:

- Norma técnica homologada Grupo EPM – RA6-010 Norma técnica puesta a tierra de redes de distribución eléctrica.
- Norma técnica homologada Grupo EPM RA6-014 norma técnica mediciones para el sistema de puesta a tierra.

### 10.1. Bajante de puesta a tierra

El bajante de puesta a tierra puede realizarse con conductor de acero EHS de 3/8" o el fleje de acero austenítico que hace parte del KIT de puesta a tierra. Cuando el bajante sea tipo conductor debe ser instalado en el interior del poste. En las zonas rurales, se puede hacer uso del fleje de acero austenítico del KIT de puesta a tierra como bajante, este debe instalarse externo al poste asegurado con cinta de acero inoxidable o bandit.

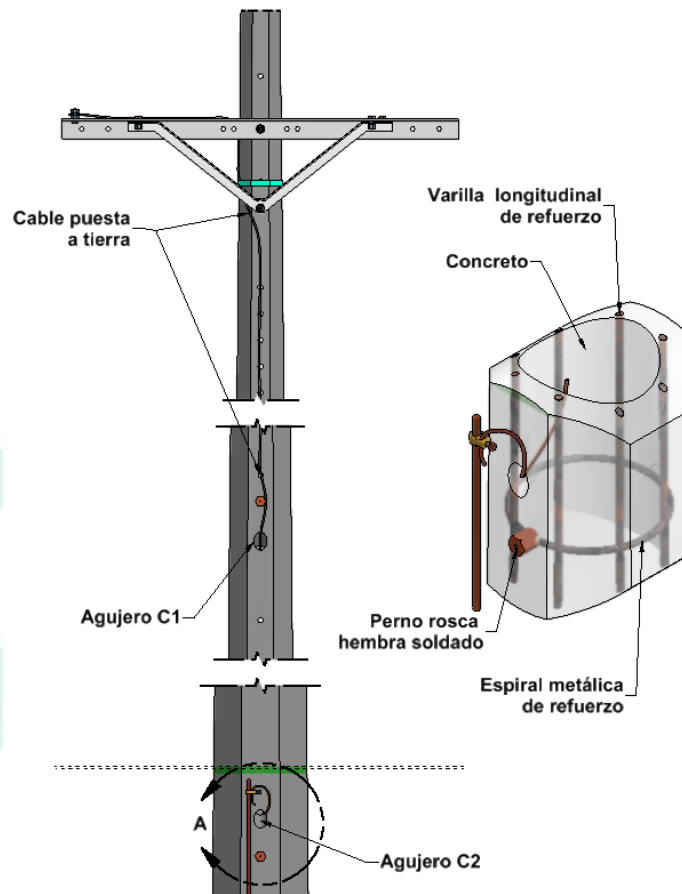
El neutro para las redes de baja tensión se debe aterrizar en la ubicación de transformadores de distribución, cada tres (3) apoyos y en los apoyos finales del circuito.

Las conexiones bajo suelo deben realizarse con soldadura exotérmica o conectores bimetálicos certificados para enterramiento directo.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 37 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10



**Figura 9. Montaje de bajante tipo conductor**

## 11. PRESENTACIÓN DE PROYECTOS

Los entregables del proyecto se deben presentar teniendo en cuenta un diseño por veredas, donde se tendrán documentos de carácter general para todo el proyecto y otros específicos por vereda.

Entregables generales:

- Formulación del proyecto en la Metodología General Ajustada (MGA).
- Informe de medición de resistividad del suelo (Con registro fotográfico).
- Memoria de cálculos electromecánicos.
- Listado consolidado de usuarios. En caso de que el proyecto sea para presentación a fondos, CENS debe solicitar el registro fotográfico donde se identifique una vivienda en condiciones de habitabilidad.
- APU y Presupuesto general del proyecto.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 38 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

- Plano consolidado de AutoCAD con el diseño eléctrico de redes, perfiles topográficos, cantidades de obra, relación de usuarios por transformador, listado de coordenadas de los apoyos, puntos de arranque.
- Plano de AutoCAD con el esquema constructivo de las instalaciones eléctricas residenciales tipo, que contenga todo lo requerido por RETIE.
- Plano de detalles AutoCAD con las conexiones de protecciones, puestas a tierra, transformadores de distribución.
- Hojas de cálculo elaboradas para el diseño eléctrico y mecánico.
- Cronograma del proyecto, este debe considerar un periodo de contratación de mano de obra y suministro acorde a los tiempos de licitación pública que se encuentra entre 6 y 8 meses.
- Documentos complementarios al proyecto como licencias y permisos ambientales, gestión predial o permisos de paso, actas de socialización del proyecto con la comunidad, etc. (Si aplica).

Entregables por vereda:

- Análisis de precios unitarios (APU) y Presupuesto.
- Cálculos de regulación con sus diagramas topológicos por transformador.
- Cálculo de pérdidas de media tensión y baja tensión.
- Listado de puntos de conexión entregado por CENS
- Listado de beneficiarios con coordenadas tomadas en campo y verificación de puntos de arranque.
- Listado de coordenadas MT y BT para las redes proyectadas.
- Relación de cantidades punto a punto.
- Los planos de AutoCAD por vereda deben contener el diseño eléctrico de redes, perfiles topográficos, cantidades de obra, relación de usuarios por transformador, listado de coordenadas de los apoyos, puntos de arranque y usuarios.

**Nota:** Los planos serán entregados en coordenadas planas (MAGNA-SIRGAS Bogotá u Origen Nacional) por capas y bloques. Los planos deben estar completamente acotados y cada estructura con su nombre código.

### 11.1. Memoria de cálculos electromecánicos

La memoria de cálculos electromecánicos debe contener:

- Localización.
- Tipo de población.
- Número de usuarios.
- Parámetros de diseño:
  - Niveles de tensión.
  - Tipo de carga.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 39 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

- Tipo de red en media tensión.
- Tipo de red en baja tensión.
- Tipo de acometida.
- Tipo de medidor.
- Demanda máxima diversificada proyectada.
- Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
- Análisis del nivel de riesgo por descargas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.
- Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.
- Coordinación de aislamiento eléctrico.
- Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra.
- Análisis del nivel tensión requerido.
- Cálculos de campos electromagnéticos.
- Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.
- Sistema de puesta a tierra.
- Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
- Especificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor, de acuerdo con la norma IEC 60909 u otra equivalente.
- Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación. Tabla de tensionado de conductores.
- Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.
- Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.)
- Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
- Cálculos de regulación de tensión.
- Diagramas unifilares.
- Planos eléctricos para construcción.
- Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.
- Distancias de seguridad o servidumbre requeridas.
- Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.
- Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.
- Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales.
- Copias de cedula de ciudadanía y tarjeta profesional del diseñador.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 40 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.		
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10	

- Lista de planos eléctricos del proyecto.

**Nota:** Los ítems anteriores que no apliquen al proyecto, deben ser justificados por parte del diseñador.

## 11.2. Presupuesto y A.P.U.

El análisis de precios unitarios que se tomará como base para la elaboración del presupuesto, debe contemplar el valor desagregado de los ítems en las siguientes categorías:

- Material
- Mano de obra
- Herramientas y equipo
- Transporte

El presupuesto debe contemplar los costos directos e indirectos del proyecto, así como los costos ambientales, certificación RETIE e interventoría. Cuando el proyecto se realice con recursos de terceros, se debe contemplar un porcentaje del 5% por administración delegada, este debe ser aplicado sobre el valor total del proyecto.

## 11.3. Diseño de instalaciones eléctricas de uso final

Los proyectos de electrificación rural deben incluir el diseño y la construcción de las instalaciones internas de las viviendas cumpliendo con lo indicado en el artículo 3.3.2 Instalaciones que requieren esquema constructivo del RETIE.

Para instalaciones individuales de uso final catalogadas como básicas, el esquema constructivo debe señalar lo siguiente:

- Ubicación de la puesta a tierra incluyendo la longitud y material del electrodo, calibre y tipo del conductor.
- Ubicación del sistema de medida.
- Ubicación del tablero general y de distribución.
- Ubicación de las canalizaciones y encerramientos (tubos, canales y cajas), así como los diámetros de tuberías, ancho y profundidad de canales, tipo de canalización y material constructivo de las mismas.
- Número y calibres de conductores en cada tramo de tubo o canales (neutro, fases, tierra), indicando el tipo y el material.
- Ubicación de los aparatos (interruptores, tomacorriente, timbres, protecciones diferenciales) y puntos de iluminación, indicando el tipo y capacidad de los mismos.
- El esquema constructivo debe contener:
  - Cuadro de convenciones, conforme con el RETIE.
  - Cuadro de cargas, señalando potencias y tensiones aplicadas en cada circuito.
  - Señalar los espacios de montaje.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 41 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

**Nota 1:** El esquema constructivo debe ser suscrito por la persona competente responsable de la construcción de la instalación eléctrica o quien la supervise, es decir por quien suscribe la declaración de cumplimiento la cual expresa que el esquema constructivo aplicado cumple con lo señalado en el presente Reglamento. Dicho esquema debe ser entregado al propietario de la instalación.



ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 42 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

## ANEXOS

### Anexo 1: Diseño de redes primarias y selección de transformador

Para el diseño de las redes primarias es importante tener identificados los siguientes dos aspectos:

- Ubicación y georreferenciación de las redes primarias existentes, el punto de conexión aprobado por CENS. Cada proyecto debe contar con una factibilidad y evaluación previa de la cargabilidad de los circuitos a los cuales estaría asociado el nuevo proyecto.
- Ubicación, georreferenciación e identificación de los usuarios.

Por medio de un ejemplo, se busca explicar el criterio de distribución de cargas para diseño de redes primarias y secundarias. En la siguiente figura se muestra la distribución de usuarios y el punto de conexión aprobado:

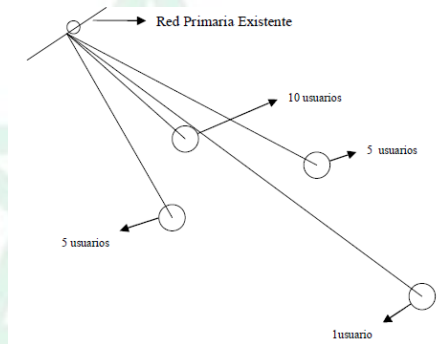


**Figura 10. Ejemplo de distribución de usuarios en un proyecto de electrificación rural**

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 43 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

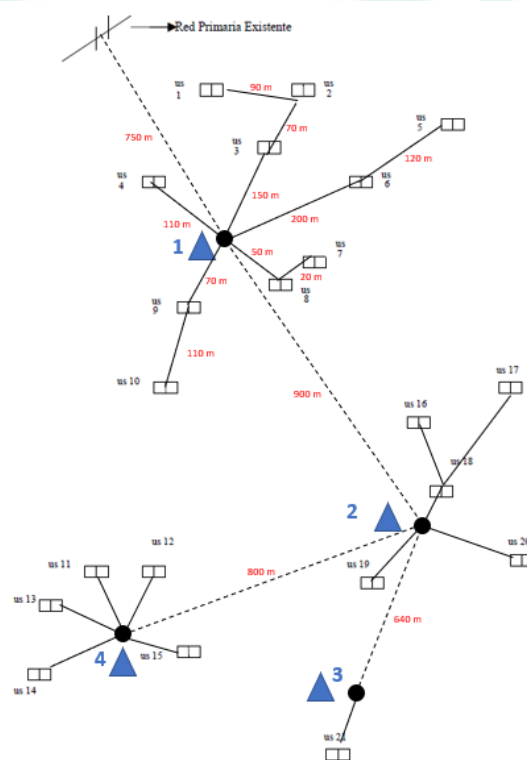
	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

A partir de la distribución anterior y teniendo en cuenta que el punto más lejano (usuario 21) se encuentra a más de 1500 m, se plantea una expansión de red en media tensión identificando 4 centros de carga. A continuación, se muestra un esquema de la cantidad de usuarios por centro de carga:



**Figura 11. Centros de carga**

Identificados los posibles centros de carga, se podrá realizar un trazado preliminar de las redes en media y baja tensión, este debe verificarse con los parámetros descritos en el apartado de selección de ruta, entre los aspectos a considerar se encuentra la topografía del terreno, zonas ambientales protegidas, títulos mineros, cruces de ríos, cultivos, vías, uso de suelos, comunidades étnicas, restitución de tierras, etc. A continuación, se muestra el trazado preliminar y los centros de carga identificados:



**Figura 12. Trazado preliminar**

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 44 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

Teniendo en cuenta el número de usuarios identificados por centro de carga se selecciona el transformador según tabla de demanda diversificada para el sector rural sin superar una cargabilidad del 80%:

- Para 10 usuarios: Transformador monofásico de 10kVA.
- Para 5 usuarios: Transformador monofásico de 5kVA.
- Para 5 usuarios: Transformador monofásico de 5kVA.
- Para 1 usuario: Transformador monofásico de 3kVA.

## Anexo 2: Diseño de redes secundarias

Para el transformador 1.

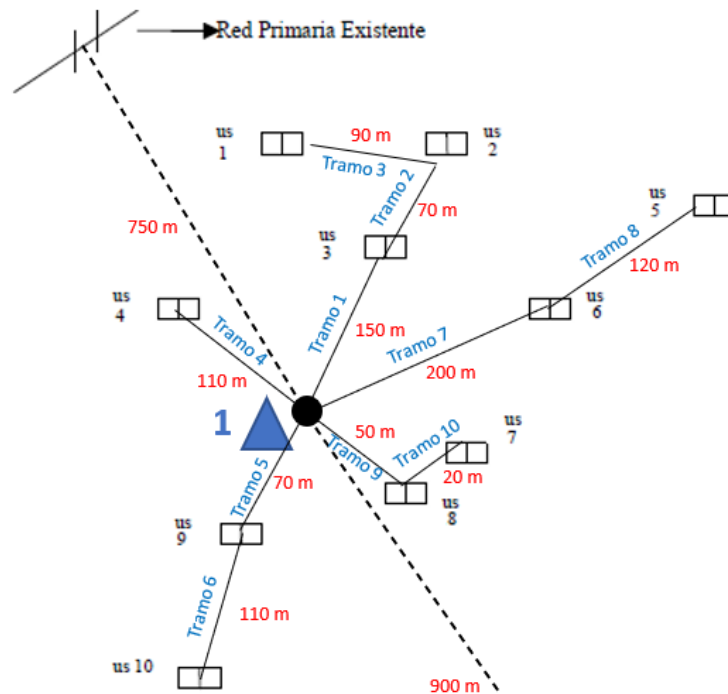


Figura 13. Usuarios asociados al transformador 1 y proyección de redes BT

De acuerdo con la topología preliminar seleccionada para las redes de baja tensión que se observa en la figura anterior, tenemos los siguientes datos para los tramos 1, 2 y 3:

PARÁMETROS TOPOLÓGICOS					
NODO	NÚMERO DE USUARIOS	KVA TOTAL	DISTANCIA (M)	MOMENTO (KVA-M)	CORRIENTE (A)
Tramo 1	3	1.8	150	270	7.5
Tramo 2	2	1.4	70	98	5.833
Tramo 3	1	0.8	90	72	3.333

Tabla 18. Parámetros topológicos Tramos 1, 2 y 3

 <p>CENS</p>	<p>CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.</p>	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

Con estos parámetros se debe realizar el cálculo de regulación y perdidas de forma parcial y acumulada para hallar el calibre optimo que cumpla los limites mostrados en la presente norma. A continuación, se muestra el cálculo para los cables Dúplex #4, Dúplex #2, Tríplex #4, Tríplex #2 que son los más utilizados para electrificación rural:

Tramo	Dúplex #4				Dúplex #2			
	%Reg Parcial	%Reg Acumulada	%Pérdidas Parcial	%Pérdidas Acumuladas	%Reg Parcial	%Reg Acumulada	%Pérdidas Parcial	%Pérdidas Acumuladas
1	4.946	4.946	5.663	5.663	3.118	3.118	3.563	3.563
2	1.795	6.742	2.055	7.718	1.132	4.25	1.293	4.856
3	1.319	8.061	1.51	9.228	0.832	5.081	0.95	5.806
Tramo	Tríplex #4				Tríplex #2			
	%Reg Parcial	%Reg Acumulada	%Pérdidas Parcial	%Pérdidas Acumuladas	%Reg Parcial	%Reg Acumulada	%Pérdidas Parcial	%Pérdidas Acumuladas
1	1.236	1.236	1.416	1.416	0.779	0.779	0.891	0.891
2	0.449	1.684	0.514	1.929	0.283	1.061	0.323	1.214
3	0.33	2.014	0.378	2.307	0.208	1.269	0.238	1.451

Tabla 19. Cálculo de regulación y perdidas

De acuerdo con la tabla anterior, el calibre optimo a utilizar que se encuentra dentro del límite de regulación del 3% y el de pérdidas del 2.35% seria el Tríplex #4, para los demás tramos debe realizarse el mismo ejercicio, de esta manera se obtienen todos los calibres de diseño para cada tramo del transformador 1, como se muestra a continuación:

Nodo	Número de Usuarios	kVA Total	Distancia (m)	Momento (kVa-m)	I (A)	Calibre diseño	%Reg Parcial	%Reg Acumulada	%Pérdidas Parcial	%Pérdidas Acumuladas
Tramo 1	3	1.8	150	270	7.50	Tpx #4	1.236	1.236	1.416	1.416
Tramo 2	2	1.4	70	98	5.83	Tpx #4	0.449	1.684	0.514	1.929
Tramo 3	1	0.8	90	72	3.33	Tpx #4	0.330	2.014	0.378	2.307
Tramo 4	1	0.8	110	88	6.67	Dpx #4	1.612	1.612	1.846	1.846
Tramo 5	2	1.4	70	98	5.83	Tpx #4	0.449	0.449	0.514	0.514
Tramo 6	1	0.8	110	88	3.33	Tpx #4	0.403	0.851	0.461	0.975
Tramo 7	2	1.4	200	280	5.83	Tpx #4	1.281	1.281	1.468	1.468
Tramo 8	1	0.8	120	96	3.33	Tpx #4	0.439	1.721	0.503	1.971
Tramo 9	2	1.4	50	70	11.67	Dpx #2	0.808	0.808	0.924	0.924
Tramo 10	1	0.8	20	16	6.67	Dpx #2	0.185	0.993	0.211	1.135

Tabla 20. Calibres de diseño redes de BT transformador 1

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 46 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 3	NORMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	CNS-NT-03-10

### Anexo 3: Calculo de regulación de acometida BT

Se calcula el momento eléctrico para una longitud máxima de 30 metros. En este caso se usará cable concéntrico 8 AWG de cobre para la acometida, según las constantes de regulación presentadas en el capítulo 2 de la Norma Técnica CENS para los cables de cobre suaves, se tiene un KG de 207.04 asumiendo un factor de potencia de 0.9, además se tendrá una potencia de 0.8 kVA para 1 usuario, según la tabla de demanda máxima diversificada para el sector rural indicada en este documento. De esta forma se reemplazan todos los valores en las fórmulas de regulación de voltaje y perdidas obteniendo los siguientes resultados:

Nodo	Número de Usuarios	kVA Total	Distancia (m)	Momento (kVa-m)	%Reg Parcial	%Reg Acumulada	%Pérdidas Parcial	%Pérdidas Acumuladas
Acometida	1	0.8	30	24	0.173	0.173	0.194	0.194

Tabla 21. Cálculo de regulación y perdidas de acometida

Según lo anterior, el cable seleccionado 1X8 AWG + 1X8 AWG THHN-THHW-90°C cumple con los límites máximos permitidos de regulación de la acometida por baja tensión, el cual está establecido en 2%.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: OCTUBRE 2024	VERSIÓN: 1	PÁGINA 47 DE 54
--------------------	-------------------	--	--------------------------------------	---------------	--------------------