

**ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL ENLACE DE FIBRA ÓPTICA ENTRE LA SUBESTACIÓN
JAMONDINO Y EL CENTRO LOCAL DE CONTROL DE CEDENAR S.A. E.S.P.**

EDGAR ARMANDO MALLAMA NARVÁEZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JUAN DE PASTO

2013

**ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL ENLACE DE FIBRA ÓPTICA ENTRE LA SUBESTACIÓN
JAMONDINO Y EL CENTRO LOCAL DE CONTROL DE CEDENAR S.A. E.S.P.**

EDGAR ARMANDO MALLAMA NARVÁEZ

**Trabajo de grado para presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Electrónico**

Asesor: ING. ANDRÈS CALVACHE

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO**

2013

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1ro del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del Presidente de tesis

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Noviembre de 2013

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	13
1. CONCEPTOS GENERALES DE COMUNICACIONES	15
1.1. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN ELECTRONICOS.	15
1.1.1. Sistemas de comunicación por cable metálico.	15
1.1.2. Sistemas de radiocomunicación.	17
1.1.3. Sistemas de comunicación por fibra óptica. [1]	17
1.2. RED DE DATOS.	18
1.2.1. Clasificación de redes.	18
1.2.2. Topologías de red	19
1.2.3. Dispositivos de interconexión.	20
2. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN OPTICOS	22
2.1. CONCEPTODE FIBRA ÓPTICA. [2]	22
2.2. COMPONENTES DE LA FIBRA ÓPTICA. [3]	22
2.3. EL ESPECTRO OPTICO.....	23
2.4. VENTANAS DE TRANSMISION PARA LA FIBRA OPTICA.....	24
2.5. DIÁMETROS USUALES DE LA FIBRA ÓPTICA. [4]	25
2.5.1. Grupo I (Núcleo: 80 a 100/125 μm).....	25
2.5.2. Grupo II (Núcleo: 50/125 μm)	25
2.5.3. Grupo III (Núcleo: 62.5/125 μm)	26
2.5.4. Grupo IV (Núcleo: 85/125 μm)	26
2.5.5. Grupo V (Núcleo: 100/140 μm)	26
2.6. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LAS FIBRAS ÓPTICAS. [4]	26
2.6.1. Parámetros estáticos.	26
2.6.2. Parámetros dinámicos	27
2.7. PERDIDAS ENLA FIBRAOPTICA [5][6]	29
2.7.1. Perdidas por absorción.....	29
2.7.2. Perdidas por dispersión de Rayleigh.	29

2.7.3.	Perdidas por difusión de Mie.	30
2.7.4.	Perdidas de radiación o por dobleces.	30
2.7.5.	Perdidas por acoplamiento.	30
2.8.	TIPOS DE FIBRA OPTICA.	30
2.8.1.	Fibra multimodo de índice de gradiente gradual	30
2.8.2.	Fibra multimodo de índice escalonado.	31
2.8.3.	Fibra monomodo.	31
2.8.4.	Normas para identificar el tipo de fibra óptica.	33
2.9.	ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE TRANSMISION OPTICO. [6]	34
2.9.1.	Transmisores ópticos.	34
2.9.2.	Receptores ópticos.	35
2.9.3.	Amplificadores ópticos.	36
2.9.4.	Empalmes de fibra óptica.	37
2.9.5.	Conectores de fibra óptica.	37
2.10.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA FIBRA OPTICA.	38
2.10.1.	Ventajas.	38
2.10.2.	Desventajas.	39
3.	SITUACION DE LA RED ACTUAL Y ANALISIS DE TRAFICO	40
3.1.	CENTRALES ELÉCTRICAS DE NARIÑO S.A. E.S.P	40
3.1.1.	Misión y Visión.	40
3.2.	DESCRIPCION DE LA RED ACTUAL DE COMUNICACIONES DE CEDENAR S.A. E.S.P.	40
3.2.1.	Red WAN de CEDENAR S.A. E.S.P.	42
4.	ESTUDIO DE APLICACIÓN DE LA RED DE COMUNICACIÓN CON FIBRA OPTICA	46
4.1.	ESTABLECIMIENTO DEL ENLACE REQUERIDO.	46
4.2.	GENERALIDADES DEL ENLACE REQUERIDO	47
4.2.1.	Alcance del Trabajo	47
4.2.2.	Planteamiento de la solución	48
4.2.3.	Vida Util	48
4.2.4.	Actividades de obra	49

4.3.	ANALISIS DEL TRAFICO A TRANSPORTAR A TRAVES DEL ENLACE DE COMUNICACIÓN	50
4.3.1.	Señales a manejar por el sistema SCADA	50
4.3.2.	Requerimiento de ancho de banda para transmitir los datos del Sistema Scada y de la CDS-Scout.....	51
4.4.	CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE ENLACES DE COMUNICACIÓN POR FIBRA OPTICA [7] [8]	52
4.4.1.	Parámetros básicos.....	52
4.4.2.	Ubicación geográfica	53
4.4.3.	Selección de la ruta.....	53
4.4.4.	Análisis de tipo de cable de fibra a utilizar.	54
4.4.5.	Requerimientos para el enlace de fibra óptica.	57
4.4.6.	Determinación de los parámetros técnicos de los equipos.	60
4.4.7.	Cálculos generales para los enlaces de fibra óptica.[2][7]	61
4.4.8.	Características técnicas de los equipos de red para la puesta en marcha del sistema de interconexión.	64
4.5.	REQUERIMIENTOS.	65
4.5.1.	Subsistema de campo.....	65
4.5.2.	Reporte fotográfico	69
4.5.3.	Planos y medios ópticos	69
4.5.4.	Pruebas	70
4.6.	ESPECIFICACIONES TECNICAS	71
4.6.1.	Normatividad	71
4.6.2.	Fibra óptica – Backbone	71
4.6.3.	Transceiver J/E-PSW-FX-02(SC)	72
4.6.4.	Bandejas de Fibra Óptica	72
4.6.5.	Patch Cords de Fibra Óptica	73
4.6.6.	Equipos activos	73
4.6.7.	Patch Panel	74
4.6.8.	Racks y organizadores	74
4.6.9.	Marcación e identificación	75

4.6.10.	Puesta a tierra.....	75
4.6.11.	Ductos.....	76
4.6.12.	Rutas.....	76
4.7.	TERMINOS DE REFERENCIA.....	76
4.7.1.	Condiciones de la solicitud de oferta.....	77
4.7.2.	Condiciones técnicas generales.....	78
4.8.	BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACION.....	79
	CONCLUSIONES.....	81
	RECOMENDACIONES.....	83
	REFERENCIAS.....	84

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de un sistema de comunicación electrónico.....	15
Figura 2. Diagrama de un sistema de comunicación por cable metálico.....	16
Figura 3. Diagrama de un sistema de Radiocomunicación.....	17
Figura 4. Diagrama de un sistema de comunicación por fibra óptica.	18
Figura 5. Topologías de red.	20
Figura 6. Ventanas de transmisión para la fibra óptica.	24
Figura 7. Apertura numérica.....	27
Figura 8. Dispersión de una fibra óptica.....	28
Figura 9. Sistema de transmisión óptico.	34
Figura 10. Tipos de conectores.	38
Figura 11. Diagrama lógico de comunicación de las subestaciones de la ciudad de Pasto.	42

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Diámetros comunes de una fibra óptica y de su protección en (μm). Esta tabla se tomo y adapto de [4].	25
Tabla 2. Ordenamiento de los hilos de fibra óptica según la norma ANSI/EIA/TIA 598A.	33
Tabla 3. Color de la cobertura exterior de cable de fibra según la norma ANSI/EIA/TIA 598A.	33
Tabla 4. Cuadro comparativo de las fuentes LED y LASER.....	35
Tabla 5. Comparación entre los amplificadores ópticos.	36
Tabla 6. Situación actual de la red de datos de CEDENAR S.A. E.S.P.....	41
Tabla 7. Comparación entre cable ADSS, OPWS y Figura en "8".....	56
Tabla 8. Características de la fibra monomodo según recomendación UIT-T G.652.D.	60
Tabla 9. Características del cable según recomendación UIT-T G.652.D.	60
Tabla 10. Especificaciones técnicas de la interfaz óptica P1S1-1D1 de la recomendación UIT-T G659.1.	61

RESUMEN

En la actualidad, los avances tecnológicos son una de las herramientas más importantes a la hora de generar desarrollo en una organización, puesto que fomentan el adelanto de aplicaciones cada vez más novedosas en todos los campos de la vida humana. Uno de los campos de aplicación muy importante son las telecomunicaciones, puesto que hoy en día el mundo se mueve más rápidamente y las comunicaciones se ven obligadas a ir a la misma velocidad. Una de las tecnologías más desarrolladas en cuanto al manejo de transmisión de información en la última década es la fibra óptica, por lo cual las telecomunicaciones a nivel mundial se vieron beneficiadas por lograr una mayor velocidad de transmisión y disminuir las interferencias y el ruido casi en un 100%.

Este documento es el informe final de las actividades realizadas a lo largo del desarrollo del trabajo de aplicación, el cual se enfoca en el estudio para la implementación del enlace de fibra óptica requerido por CEDENAR S.A. E.S.P. entre la subestación Jamondino y el Centro local de Control.

Se inicia con el estudio de conceptos generales de comunicación, para tener un juicio claro acerca de los temas concernientes a sistemas de comunicación electrónicos y redes de datos, junto con la investigación de conceptos de fibra óptica, su funcionamiento, características, ventajas y posibles desventajas frente a otros sistemas. Además se detalla los sistemas de comunicación que utilizan fibra óptica, en cuanto a sus componentes e instalaciones.

Es de fundamental importancia el estudio de la normatividad que se debe tener en cuenta a la hora del montaje de un sistema de comunicación por fibra óptica, se mencionan los esquemas y las normas que se deben tener en cuenta a la hora de la instalación de esta clase de sistemas.

Por último se hace un estudio de aplicación, el cual inicia con identificación de escenario donde se desarrollara el proyecto, haciendo una investigación acerca del funcionamiento de los sistemas de comunicaciones existentes en CEDENAR, junto con el estudio de las necesidades, los requerimientos tecnológicos, físicos y del medio ambiente para llevar a cabo la implementación de un sistema de comunicación por fibra óptica, y al final conseguir la creación de los términos de referencia en los cuales se describe las condiciones técnicas generales y de solicitud de oferta. Estos términos de referencia serán base para abrir la convocatoria y en un futuro implementar este enlace.

ABSTRACT

Today , technological advances are one of the most important tools in generating development in an organization , since that promote the advancement of increasingly innovative applications in all fields of human life . One very important application fields are telecommunications , since nowadays the world is moving faster and communication are forced to go at the same speed . One of the technologies developed in the management of information transmission in the last decade is the optical fiber, so the global telecommunications were benefited by achieving higher throughput and lower interference and noise almost 100%.

This document is the final report of the activities undertaken during the development of the application work , which focuses on the implementation estudiopara fiber link CEDENAR required by SA E.S.P. Jamondino between the substation and the local control center .

It begins with the study of general concepts of communication , to have a clear judgment on the issues concerning electronic communication systems and data networks, along with research concepts of fiber optics, its performance , features, advantages and possible disadvantages compared to other systems . Moreover communication systems utilizing optical fibers , in terms of their components and installations outlined .

It is fundamental to the study of the requirements that must be taken into account when mounting system optical fiber communication , schemes and rules that must be taken into account when installing mentioned this class of systems .

Finally an implementation study , which begins with identification of scenario where the project was developed, doing research on the operation of existing systems CEDENAR communications , along with the study of the needs, technology requirements , physical blocks and environment to carry out the implementation of a system of optical fiber communication , and ultimately ensure the establishment of the terms of reference in which the general and technical conditions RFQ described . These terms of reference will be the basis for starting the call and in the future to implement this link.

INTRODUCCIÓN

Una de las tecnologías más desarrolladas en cuanto al manejo de transmisión de información en la última década es la fibra óptica, por lo cual las telecomunicaciones a nivel mundial se vieron beneficiadas por lograr una mayor velocidad de transmisión y disminuir las interferencias y el ruido casi en un 100%, los sistemas convencionales de cables de cobre van quedando de lado, cuando se ve la gran diferencia en cuanto a eficiencia comparados con los sistemas de fibras ópticas, el decremento o atenuación de la onda o frecuencia ya ha pasado a la historia, ya que años atrás se utilizaban repetidores cada dos kilómetros en los sistemas de cables de cobre, mientras que en las comunicaciones con fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta setenta kilómetros sin necesidad de recurrir a repetidores. El uso de los avances tecnológicos es primordial para el desarrollo de las grandes organizaciones, ya que una empresa sin una buena utilización de la información, comunicaciones, manejo de datos y aplicaciones, muy difícilmente ofrece un buen desempeño a la comunidad.

CENTRALES ELÉCTRICAS DE NARIÑO S.A. E.S.P. es la organización encargada de la planeación, las intervenciones, la operación y el mantenimiento de todo el Sistema de Transmisión Regional (STR) de distribución de energía eléctrica para el departamento de Nariño, además es la empresa que fomenta el desarrollo económico de la región y contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y está en continua transformación teniendo como principal soporte todos los avances tecnológicos. En los últimos años se ha implementado enlaces de fibra óptica que optimizan la comunicación entre sedes y subestaciones. La subestación Jamondino, ubicada al oriente de la ciudad de Pasto, en la actualidad no cuenta con un enlace de fibra óptica, en su lugar posee un radio enlace que permite la comunicación con el Centro Local de Control y por lo tanto necesita que se optimice.

En este proyecto se identifican las razones por las cuales la empresa necesita de la implementación de dicho enlace, además se hace un estudio sistemático y detallado para dar a conocer los suministros necesarios para el montaje de este enlace, de tal manera que se pueda incrementar la confiabilidad de la comunicación entre el Centro Local de Control de CEDENAR y la subestación Jamondino. Así, se podrá prestar a la comunidad un servicio de distribución de energía eléctrica que cumpla con todos los requisitos de la Comisión de Regulación de Energía y Gas.

Como fase final del proyecto se hace el estudio para crear los Términos de Referencia necesarios para la contratación de la empresa encargada del montaje del enlace de fibra óptica, en dichos términos se da a conocer las condiciones de la solicitud de oferta en cuanto al suministro, montaje, figurar, poner en funcionamiento e integrar el tramo de fibra óptica anteriormente mencionado; de igual manera las condiciones

técnicas generales y de evaluación para que en un futuro se pueda estudiar las propuestas que se presenten a la convocatoria y finalmente escoger la que mejor se ajuste a los requerimientos que realice la empresa.

1. CONCEPTOS GENERALES DE COMUNICACIONES

1.1 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN ELECTRONICOS.

Los sistemas de comunicación básicamente consisten de tres bloques, el transmisor, el medio de transmisión, y el receptor, tal como se muestra en la Figura 1 1.

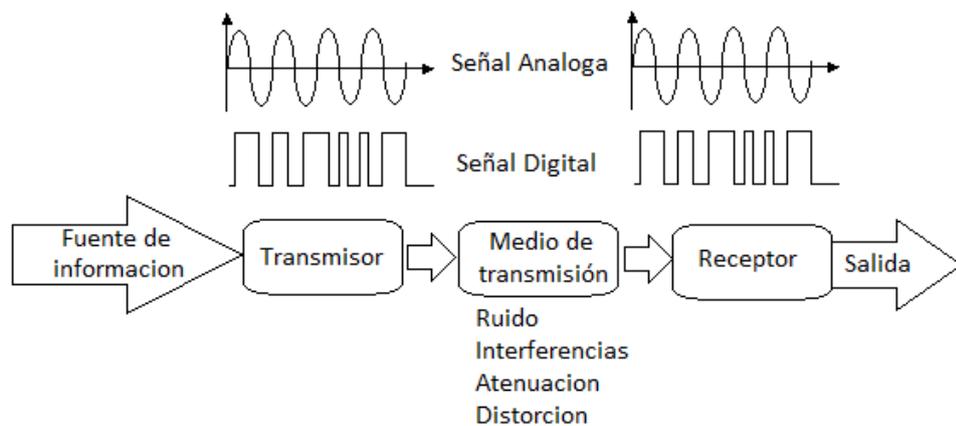


Figura 1. Diagrama de un sistema de comunicación electrónico.

El transmisor es la parte del sistema de comunicación donde se genera la información y se adecua para ser enviada a través del medio de transmisión, en la fuente de información los datos son generados en forma de niveles de corriente o voltaje a partir de fenómenos físicos, es decir que la fuente es un tipo de transductor de señales, estas señales pueden ser de forma analógica o digital, pero generalmente todos los transductores generan señales analógicas, por lo que pueden digitalizarse antes de ser enviadas al medio de transmisión. En el medio de transmisión se presentan algunas alteraciones a la señal enviada, como distorsión y atenuación, por algunas fuentes cercanas de interferencia electromagnética.

1.1.1 Sistemas de comunicación por cable metálico.

En este tipo de sistemas de comunicación es necesario un medio físico como canal de transmisión, y este debe ser conductor de electricidad, entre algunos medios metálicos

se tiene el cable coaxial, el par de alambres, la guía de onda, en la *Figura 2* se muestra un esquema básico de un sistema de comunicación por cable metálico.



Figura 2. Diagrama de un sistema de comunicación por cable metálico.

Las características más sobresalientes de este tipo de sistemas, por emplear un medio físico que es conductor de electricidad, son:

- Necesidad de un medio físico.
- La instalación del medio de transmisión.
- Facilidad de conducir energía eléctrica.
- El costo del medio de transmisión.
- La dificultad de reconfigurar el sistema.
- Dificultad de comunicación punto-multipunto.
- Menor susceptibilidad a interferencias electromagnéticas.
- Comunicación móvil solo en áreas pequeñas.
- Problemas de diafonía.
- Dificultad de emplearlos medios corrosivos y explosivos.
- Mayor privacidad.
- Sensibilidad al medio ambiente.
- Problemas de bucles a tierra.

Algunas de estas características se basan en la comparación de este tipo de sistemas con los sistemas de radiocomunicación, por ejemplo existe mayor privacidad, ya que en los sistemas de comunicación por radiofrecuencia es relativamente más sencillo interceptar el enlace, que en la comunicación que utiliza cable metálico.

1.1.2 Sistemas de radiocomunicación.

Para estos sistemas de comunicación el medio de transmisión utilizado es el espacio libre, la información viaja desde el transmisor hacia el receptor en forma de ondas electromagnéticas. Uno de los componentes básicos del bloque de transmisión es el transductor que convierte las señales de voltaje, corriente u ondas electromagnéticas guiadas a ondas electromagnéticas no guiadas, las cuales son radiadas al espacio circunvecino. Este transductor es la antena de transmisión, que puede radiar las ondas en distintas direcciones específicas o en todas las direcciones a la vez, esto dependiendo de la aplicación y de la frecuencia que tenga el sistema.

En el receptor también existe un transductor o antena receptora, que se encarga de recibir la señal electromagnética no guiada y convertirla en ondas de corriente, voltaje u ondas electromagnéticas guiadas. En este caso al igual que la antena de transmisión, puede recibir las señales provenientes de una dirección en específico o de todas las direcciones, dependiendo de la aplicación y la frecuencia que maneje el sistema. En la Figura 3 se muestra un diagrama que representa un sistema de radiocomunicaciones.

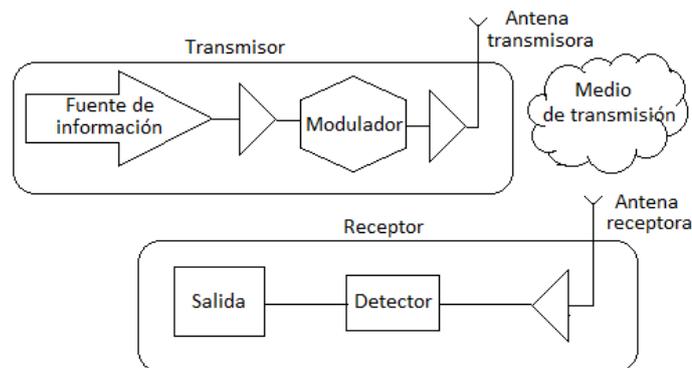


Figura 3. Diagrama de un sistema de Radiocomunicación

1.1.3 Sistemas de comunicación por fibra óptica.[1]

En estos sistemas de comunicación al igual que en los que utilizan cable metálico, se emplea un medio de transmisión guiado, pero este medio es un canal dieléctrico, y la información viaja en forma de ondas lumínicas, o sea en ondas electromagnéticas guiadas, la frecuencia de operación de este tipo de ondas es la diferencia más grande con las ondas electromagnéticas de radio.

Al igual que los sistemas de radiocomunicación, en los sistemas por fibra óptica se necesitan transductores para el acondicionamiento de la señal, tanto en el transmisor como en el receptor. En el bloque de transmisión se utiliza transductores de ondas de voltaje y corriente a ondas luminosas, y en el bloque de recepción un transductor que convierta las ondas de luz en ondas de voltaje y corriente.

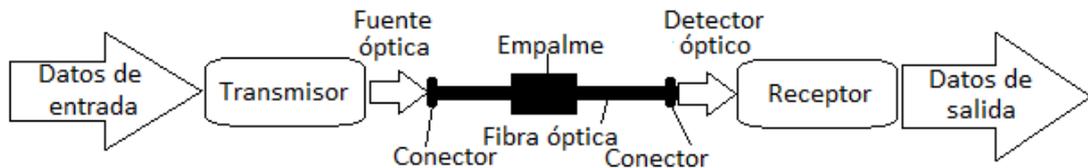


Figura 4. Diagrama de un sistema de comunicación por fibra óptica.

1.2 RED DE DATOS.

En la actualidad los constantes avances tecnológicos conllevan a la integración de la informática y de las telecomunicaciones, es por eso que nace el concepto de redes de computadores que es la integración de dos o más unidades de procesamiento de información. Una red son múltiples computadoras conectadas entre ellas que utilizan un sistema de comunicaciones. El objetivo de una red es que las computadoras se comuniquen y compartan archivos. Las redes de datos son redes digitales utilizadas para enviar datos entre computadoras.

1.2.1 Clasificación de redes.

La clasificación de redes más habitual se hace basándose en su alcance geográfico, y pueden ser de área local (LAN), de área metropolitana (MAN) o de área extensa (WAN). Aunque existen beneficios por el uso de una LAN o WAN, la mayoría de los usuarios necesitan comunicarse con un recurso u otra red, fuera de la organización local, por tal razón, y adicional a estas redes se debe tener en cuenta la red más conocida, ampliamente utilizada y a la que accede el público en general, el Internet.

- **Red de área local (LAN).** hace referencia a una red local, o a un grupo de redes locales interconectadas, que están bajo el mismo control administrativo. En las primeras épocas del networking, las LAN se definían como pequeñas redes que existían

en una única ubicación física. A pesar de que las LAN pueden ser una única red local instalada en una vivienda u oficina pequeña, la definición de LAN ha evolucionado y ahora incluye redes locales interconectadas compuestas por muchos cientos de hosts, instaladas en múltiples edificios y ubicaciones.

- **Red de área metropolitana (MAN).** es una red que abarca una ciudad. La red está compuesta por diversos edificios interconectados mediante backbones inalámbricos o de fibra óptica.
- **Red de área extensa (WAN).** red que abarca un área geográfica más amplia que una red de área local (LAN) sobre redes de comunicaciones públicas.
- **Internet.** es una red de acceso público compuesta por redes de computadoras interconectadas que transmiten datos utilizando IP, el protocolo de Internet. Esta red se crea por la interconexión de redes que pertenecen a los proveedores de servicios de Internet (ISP).

1.2.2 Topologías de red

Se le denomina topología de red a la forma en que las terminales de comunicación, el cableado y el resto de componentes de una red están organizados. Generalmente se trata de redes unidas a través de cable coaxial, de par trenzado, fibra óptica o de forma inalámbrica. La topología es un mapa de la red física. El tipo y capacidad del hardware de red, la administración y las posibles expansiones son determinados por el tipo de topología utilizado para montar una red.

Existen varios tipos de topologías (Figura 5), las más comunes son:

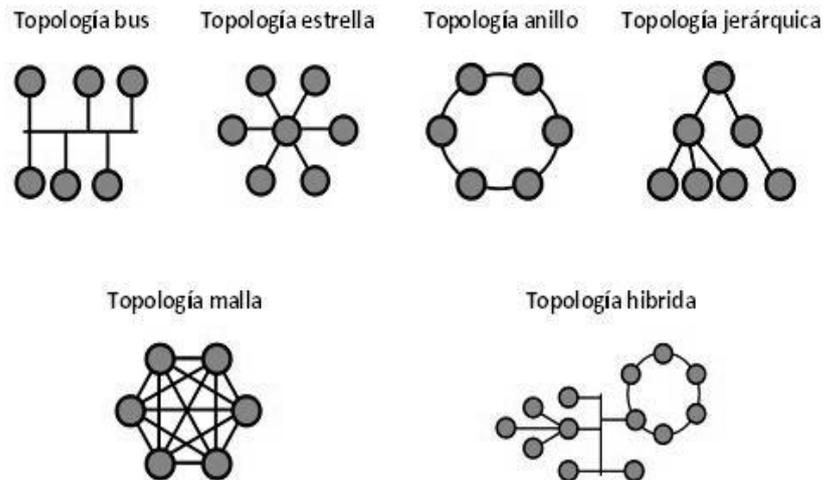


Figura 5. Topologías de red.

- 1) Topología bus: todos los host se conectan a un solo cable (Backbone).
- 2) Topología anillo: conecta un host con el siguiente y al último host con el primero.
- 3) Topología estrella: conecta todos los cables con un punto central de concentración, puede trabajar más extensamente conectando varias estrellas entre sí.
- 4) Topología híbrida: el bus, la estrella y el anillo se combinan algunas veces para formar combinaciones de redes híbridas.
- 5) Topología jerárquica: el sistema se conecta con un computador que controla el tráfico de la topología.
- 6) Topología malla: todos los host se conectan con el resto de los mismos.

1.2.3 Dispositivos de interconexión.

Las redes están interconectadas por equipos dedicados, y por un subsistema integrado de comunicaciones producidos por una capa de software que soporta el direccionamiento y la transmisión de datos a los computadores a través de la interred. Los dispositivos de interconexión son los encargados de ampliar el rango de distancia de las topologías de red, superando las limitaciones físicas de los elementos básicos de la red. Estos elementos encaminan paquetes hacia su destino en términos de dirección Interred.

Entre los dispositivos de interconexión se encuentran routers, switch, bridge, gateways, repetidores los cuales permiten definir los segmentos dentro de una red, y lograr la integración lógica de varias redes.

Router. es un dispositivo que permiten unir varias redes tomando como referencia la dirección de red de cada segmento. Al igual que los Bridges, los Routers restringen el tráfico local de la red permitiendo el flujo de datos a través de ellos solamente cuando los datos son direccionados con esa intención.

Switch. Divide la LAN en varios segmentos limitando el tráfico a uno o más segmentos en vez de permitir la difusión de los paquetes por todos los puertos. Dentro del switch, un circuito de alta velocidad se encarga del filtrado y de permitir el tránsito entre segmentos de aquellos segmentos que tengan la intención de hacerlo.

Bridge. Consiste en un equipo que contiene dos puertos de comunicación, crea unas tablas en memoria que contienen todas las direcciones de MAC (direcciones de las tarjetas de comunicaciones), de ambos extremos, de tal manera que restringen el tráfico de datos de un segmento a otro, no permitiendo el paso de tramas que tengan como destino una dirección del mismo segmento al que pertenece la estación de origen. Es conveniente el uso de los mismos cuando se requiere la interconexión de dos LAN locales o remotas.

Gateway. es un ordenador u otro dispositivo que interconecta redes radicalmente distintas, trabaja al nivel de aplicaciones del modelo OSI. Realiza funciones de herramientas generalmente se trata de un dispositivo independiente que producen protocolos de un tipo de red a otro diferente. Son capaces de traducir información de una aplicación a otra.

Repetidores. Dispositivos que generan la señal de un segmento de cable y pasan estas señales a otro segmento de cable sin variar el contenido de la señal. Son utilizados para incrementar la longitud entre conexiones en una LAN.

2. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN OPTICOS

2.1 CONCEPTO DE FIBRA ÓPTICA.[2]

Los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio (compuestos de cristales naturales) o plástico (cristales artificiales), de un espesor entre 10 y 300 micrones. Llevan mensajes en forma de haces de luz que realmente pasan a través de ellos de un extremo a otro donde quiera que el filamento vaya sin interrupción.

Las fibras ópticas pueden usarse como los alambres de cobre convencionales, tanto en pequeños ambientes autónomos (tales como sistemas de procesamiento de datos de aviones), como en grandes redes geográficas (como los sistemas de largas líneas urbanas mantenidos por compañías telefónicas). Además, se puede emitir a la vez por el cable varias señales diferentes con distintas frecuencias para distinguirlas, lo que en telefonía se llama multiplexación.

2.2 COMPONENTES DE LA FIBRA ÓPTICA. [3]

Una fibra óptica consiste en un material transparente cilíndrico y largo que confina y propaga ondas luminosas. Está compuesta de dos capas principales: el núcleo central que lleva luz y el manto que cubre el núcleo, que confina la luz dentro del núcleo.

El núcleo es la parte más interna de la fibra y es la que guía la luz, con diámetro de 50 a 62.5 micras para la fibra multimodo y de 4 a 10 micras para la fibra monomodo. El manto generalmente está compuesto por los mismos materiales que el núcleo, pero con ligeras diferencias en su composición, debido a pequeñas cantidades de materiales, como boro o germanio, aditivos que confinan las ondas ópticas en el núcleo, tiene un diámetro aproximado de 0.1 mm, el índice de refracción del manto es menor que el del núcleo (n_2 del manto aproximadamente 0.2 a 0.3% menor a n_1 del núcleo), esto permite que la luz quede atrapada dentro del núcleo y pueda viajar por él.

La fibra óptica consta de un recubrimiento que dota de protección al manto, es normalmente coloreado, usando códigos de colores estándar del fabricante, que facilita la identificación de la fibra. Las fibras ópticas pueden ser hechas completamente de vidrio, plástico o de otros materiales.

Anteriormente los circuitos de fibra óptica normalmente usaban una hebra de fibra para transmitir y una para recibir. Esto permitía una comunicación full-dúplex. En la

actualidad es necesario un solo hilo de fibra óptica para tener una comunicación full-dúplex.

Hasta que se colocan los conectores, no es necesario blindar ya que la luz no se escapa del interior de una fibra. Esto significa que no hay problemas de Diafonía o Crosstalk. El Crosstalk en sistemas de comunicaciones ópticas, corresponde al término utilizado para determinar disturbios en la transmisión, causada por la interferencia de señales entre dos canales diferentes.

Para identificar cada fibra y cada grupo de fibras contenidas en los tubos buffer se utilizan diversos códigos de colores que varían de un fabricante a otro.

2.3 EL ESPECTRO OPTICO.

El espectro óptico es una subdivisión del espectro electromagnético. Se encuentra formado por luz visible, luz infrarroja y luz ultravioleta. La longitud de onda se define como la distancia que ocupa en el espacio un ciclo de onda electromagnética. Se calcula a partir de la frecuencia y la velocidad de la luz. Se relaciona matemáticamente según Ecuación 1

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Ecuación 1. Longitud de onda.

λ = Longitud de onda (metros)

$c = 3 \times 10^8$ m/s, velocidad de la luz en el vacío.

f = Frecuencia (Hertzios).

Para las transmisiones en fibra óptica se utilizan longitudes de onda ubicada en el infrarrojo cercano, para lo cual se utiliza cinco ventanas en este rango de longitudes de onda que son:

- Primera Ventana: $\lambda = 850\text{nm}$
- Segunda Ventana: $\lambda = 1310\text{nm}$
- Tercera Ventana: $\lambda = 1550\text{nm}$
- Cuarta Ventana: $\lambda = 1625\text{nm}$
- Quinta Ventana: $\lambda = 1470\text{nm}$

2.4 VENTANAS DE TRANSMISION PARA LA FIBRA OPTICA.

Al incluir todas las perdidas por atenuación se obtienen pequeños rangos de longitudes de onda sobre los cuales es posible la propagación de haces de luz con la menor atenuación. Estos rangos de longitudes de onda son conocidos como ventanas de transmisión.

De acuerdo a la Figura 6 se llega a las siguientes conclusiones:

- Para las longitudes de onda menores a 800nm se tiene una atenuación alta, por ende no es conveniente su uso.
- Para las longitudes de onda mayores a 1610nm aproximadamente, la atenuación crece indefinidamente debido a la absorción de rayos infrarrojos, por lo cual este rango es descartado.
- Se observa finalmente que existen pequeñas ventanas en las cuales la atenuación es mínima, siendo ideales para las transmisiones ópticas. Dichas ventanas están en los 850, 1310, 1550, 1625 y 1470nm.

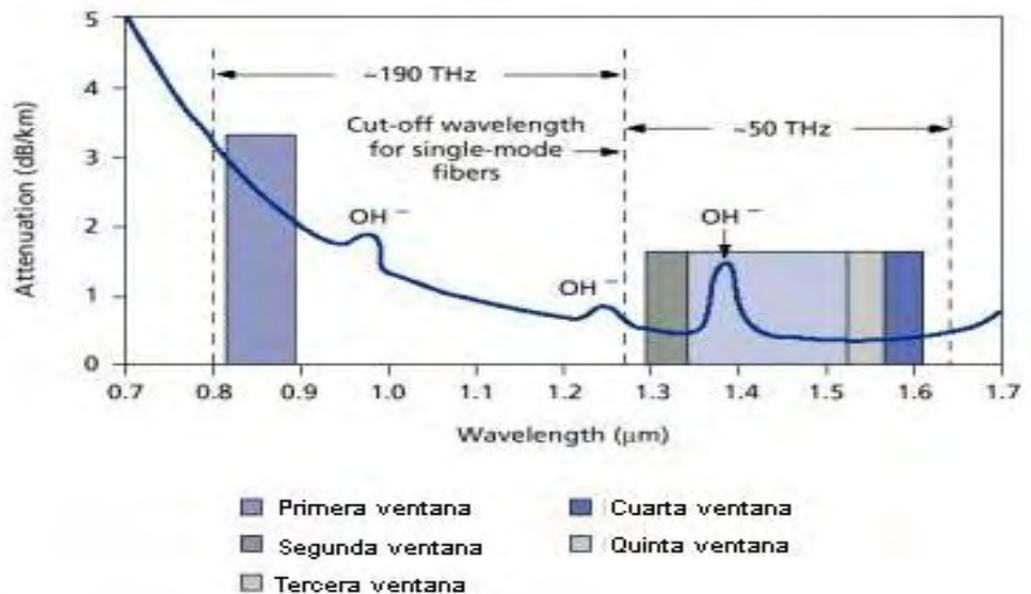


Figura 6. Ventanas de transmisión para la fibra óptica.

La banda O del espectro electromagnético corresponde a la segunda ventana de trabajo de la fibra óptica, y se localiza entre los 1260 a 1360nm, así como la banda E que trabaja con longitudes de onda de 1360 a 1460nm, la banda S se sitúa entre los 1460 a 1530nm y corresponde a la quinta ventana, la banda C está entre los 1530 a

1565 y pertenece a la tercera ventana y la banda L se ubica en la cuarta ventana y trabaja con longitudes de onda que se encuentran entre los 1565 a 1625nm.

2.5 DIÁMETROS USUALES DE LA FIBRA ÓPTICA. [4]

Las fibras ópticas que se usan en telecomunicaciones se fabrican en cinco grupos principales (Tabla 1), atendiendo a los diámetros del núcleo y del manto como se muestra a continuación:

GRUPO	NUCLEO (μm)	MANTO (μm)	RECUBRIMIENTO (μm)	TUBO DE PROTECCION (μm)
I	8 a 10	125	250 o 500	900 o 2000
II	50	125	251 o 500	901 o 2000
III	62,5	125	252 o 500	902 o 2000
IV	85	125	253 o 500	903 o 2000
V	100	140	254 o 500	904 o 2000

Tabla 1. Diámetros comunes de una fibra óptica y de su protección en (μm). Esta tabla se tomo y adapto de 0.

2.5.1 Grupo I (Núcleo: 8 a 10/125 μm).

Se conoce como fibra monomodo; puede propagar la mayor tasa de datos y tiene la atenuación más baja. Se utiliza frecuentemente para aplicaciones de transmisión de datos a alta velocidad o para largas distancias. Debido al pequeño diámetro de su núcleo, el equipamiento óptico utiliza conectores de alta precisión y fuentes laser. Esto aumenta los precios del equipamiento de fibras monomodo que muchas veces es más caro que el equipamiento de fibras multimodo. Sin embargo, un cable de fibras monomodo es más barato que un cable de fibras multimodo.

2.5.2 Grupo II (Núcleo: 50/125 μm)

Fue la primera fibra de telecomunicaciones en venderse en grandes cantidades y es bastante corriente, hoy en día su pequeña apertura numérica (concepto que se revisara más adelante) y pequeño tamaño del núcleo hacen que la potencia de la fuente acoplada a la fibra sea la menor de todas las fibras multimodo. Sin embargo de todas las fibras es la que tiene mayor ancho de banda potencial.

2.5.3 Grupo III (Núcleo: 62.5/125 μm)

Es la más popular para transmisión multimodo y se está convirtiendo en estándar para muchas aplicaciones. La fibra tiene un ancho de banda potencial menor que la fibra 50/125 μm, pero es menos susceptible a las pérdidas por micro curvaturas. Su mayor apertura numérica y su mayor diámetro del núcleo proporcionan un acoplamiento de luz ligeramente mayor que la fibra 50/125 μm.

2.5.4 Grupo IV (Núcleo: 85/125 μm)

Es una fibra poco popular. Tiene una capacidad para acoplar luz, similar a la del núcleo de 100μm, y usa el manto del diámetro estándar de 125μm. Esto permite la utilización de conectores y empalmes estándar de 125μm con esta fibra.

2.5.5 Grupo V (Núcleo: 100/140 μm)

El diámetro del núcleo de la fibra multimodo 100/140 μm la convierte en la fibra más fácil de conectar. Es menos sensible a las tolerancias del conector y a la acumulación de suciedad en los conectores. Acoplar la mayor cantidad de luz de la fuente, pero tiene un ancho de banda potencial significativamente más bajo que otras de tamaño de núcleo más pequeños. Se puede encontrar en aplicaciones que requieren baja velocidad de datos, no es muy común y puede ser muy difícil de obtener.

Debido a que los diámetros de núcleo mayores son capaces de acoplar mayor potencia de luz, para algunas aplicaciones se puede lograr mayores distancias de transmisión.

2.6 PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LAS FIBRAS ÓPTICAS.[4]

2.6.1 Parámetros estáticos.

Índice de Refracción. se puede definir como el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en dicho material. El índice de refracción de cualquier material será siempre mayor que la unidad. (Ecuación 2)

$$n = \frac{c}{v}; n > 1$$

Ecuación 2. Índice de refracción.

n = índice de refracción.

$c = 3 \times 10^8$ m/s, velocidad de la luz en el vacío.

v = velocidad de propagación de la luz en un material.

Apertura numérica. Determina la cantidad que puede aceptar una fibra y, en consecuencia, la energía que puede transportar, no necesariamente ligada a la calidad de la información correspondiente (Figura 7). La apertura numérica (AN) de la fibra está relacionada matemáticamente con el ángulo de acoplamiento. Para fibras con perfil de salto de índice multimodo, este ángulo de acoplamiento viene determinado por la Ecuación 3:

$$\text{sen} \theta_{\max} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

Ecuación 3. Apertura numérica.

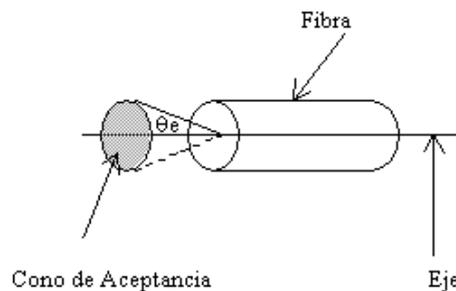


Figura 7. Apertura numérica.

AN = apertura numérica de la fibra.

n_1 = índice de refracción del núcleo.

n_2 = índice de refracción del manto.

θ_{\max} = ángulo de aceptación máximo, es la mitad del ángulo del cono de aceptación.

Los ángulos máximos de acoplamiento típicos para una fibra multimodo varían desde 10 grados a 30 grados. Valores típicos de AN varían desde 0.2 a 0.5.

2.6.2 Parámetros dinámicos

Son características de la fibra que afectan a la propagación de la señal a lo largo de la misma.

Atenuación. la transmisión de la luz en una fibra óptica no es 100% eficiente, se pueden presentar pérdidas de la luz en la transmisión. Los factores que provocan atenuación, pueden ser causas intrínsecas a la propia fibra; refiriéndose a su constitución física, o factores externos a la misma, como procesos de fabricación, el envejecimiento, el tendido, entre otros. La atenuación en una fibra es la medida al comparar la potencia de salida con la potencia de entrada. La atenuación es medida en decibeles por unidad de longitud. Generalmente está expresada en decibeles por kilómetro (dB/km).

Dispersión. causada por las características dispersivas de la fibra sobre la señal en el transcurso del tiempo, lo que provoca ensanchamiento en el tiempo de los impulsos a medida que progresa su recorrido, son los que limitan la velocidad de información. No hay pérdida de potencia en la dispersión (), pero se reduce la potencia pico de la señal. La dispersión aplica tanto a señales analógicas como digitales. La dispersión es un problema en las comunicaciones de fibra ya que limita el ancho de banda de la fibra.



Figura 8. Dispersión de una fibra óptica.

- Dispersión Modal. Llamada también dispersión multimodo, causada por los diferentes modos de propagación en una fibra multimodo.
- Dispersión cromática material. Debido a que una fuente de luz está compuesta de un espectro de más de una longitud de onda, los rayos de luz de diferente longitud de onda viajan a diferentes velocidades, lo cual provoca un ensanchamiento del pulso.
- Dispersión cromática guía-onda. Es debido a la anchura espectral de la fuente de luz, cuando el índice de refracción permanece constante, es decir la geometría de la fibra causa que la constante de propagación de cada modo cambie con la longitud de onda de la luz.
- Dispersión por el modo de polarización PMD. La polarización es la propiedad de la luz relacionada con la dirección de sus vibraciones, el viaje de la luz en una fibra típica vibra en dos modos de polarización perpendiculares. Cuando una fibra es perfectamente circular la constante de propagación entre las polarizaciones es la misma y por tanto también lo es la velocidad de propagación de cada polarización.

PERDIDAS EN LA FIBRA OPTICA[5][6]

Las pérdidas de transmisión en los cables de fibra óptica son una de las características más importantes de la fibra. Las pérdidas en la fibra resultan en una reducción de la potencia de la luz, por lo tanto, reducen el ancho de banda del sistema, la velocidad de transmisión de información, eficiencia y capacidad total del sistema. Las pérdidas de fibra predominantes se citan a continuación.

2.6.3 Pérdidas por absorción.

La pérdida por absorción en las fibras ópticas es analógica a la disipación de potencia en los cables de cobre; las impurezas, en la fibra absorben la luz y la convierten en calor. El vidrio ultra puro usado para fabricar las fibras ópticas es aproximadamente 99.9999% puro. Aun así, las pérdidas por absorción entre 1 y 1000 dB/km son típicas. Esencialmente, hay tres factores que contribuyen a las pérdidas por absorción en las fibras ópticas: absorción ultravioleta, absorción infrarrojo y absorción de resonancia del ion.

Pérdidas por absorción ultravioleta. es provocada por electrones de valencia en el material de silicio del cual se fabrican las fibras. La luz ioniza a los electrones de valencia en conducción. La ionización es equivalente a la pérdida total del campo de luz y, en consecuencia, contribuye a las pérdidas de transmisión de la fibra.

Pérdidas por absorción ultravioleta. es un resultado de fotones de luz que son absorbidos por los átomos de las moléculas, en el núcleo de vidrio. Los fotones absorbidos se convierten en vibraciones mecánicas aleatorias típicas de calentamiento.

Pérdidas por absorción de resonancia de ion. es causada por los iones OH⁻ en el material. La fuente de iones OH⁻ son las moléculas de agua que han sido atrapadas en el vidrio, durante el proceso de fabricación. La absorción del ion también será causada por las moléculas de hierro, cobre y cromo.

2.6.4 Pérdidas por dispersión de Rayleigh.

La tensión aplicada al vidrio durante el proceso de fabricación causa que el vidrio se enfríe y desarrolle irregularidades submicroscópicas que se forman, de manera permanente en la fibra. Los rayos de luz que inciden en estas irregularidades se difractan causando que la luz se disperse en muchas direcciones. La difracción causa que la luz se disperse o se reparta en muchas direcciones. Las pérdidas por efecto Rayleigh son las de mayor influencia para las longitudes de onda comprendidas entre 400 y 1000 nm.

2.6.5 Perdidas por difusión de Mie.

Si la luz interactúa con una partícula grande, no se genera la dispersión de Rayleigh ya que el tamaño de estas partículas no lo permiten, sin embargo, estas partículas absorben una parte de la luz y refleja otra. El color de la luz reflejada depende directamente de los compuestos químicos de la partícula reflejante, este efecto es conocido como la difusión de Mie.

2.6.6 Perdidas de radiación o por dobleces.

Las pérdidas de radiación son causadas por pequeños dobleces e irregularidades en la fibra. Básicamente, hay dos tipos de dobleces: micro dobleces y dobleces de radio constante. Un micro doblez representa una discontinuidad en la fibra, en donde la dispersión de Rayleigh puede ocurrir. Los dobleces de radio constante ocurren cuando las fibras se doblan durante su manejo o instalación. Si el radio de curvatura es mayor que el radio mínimo de curvatura de la fibra, las pérdidas son despreciables o viceversa.

2.6.7 Perdidas por acoplamiento.

En los cables de fibra las pérdidas de acoplamiento pueden ocurrir en cualquiera de los tres tipos de uniones ópticas: conexiones de fuente a fibra, de fibra a fibra y conexiones de fibra a foto detector. Las pérdidas de unión son causadas más frecuentemente por una mala alineación lateral, una mala alineación de separación y un mal acabado de la superficie de contacto.

2.7 TIPOS DE FIBRA OPTICA.

Según el perfil del índice de refracción se encuentran los siguientes tipos de fibras ópticas.

2.7.1 Fibra multimodo de índice de gradiente gradual

Las fibras multimodo de índice de gradiente gradual, tienen una banda de paso que sobrepasa los 1000 MHz.km en la banda de 850nm y los 2000MHz.km en la banda de los 1300nm, valores que dependen del proceso de fabricación, de la composición y del diseño de la fibra.

El índice de refracción en el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desplaza del núcleo hacia la cubierta.

Estas fibras permiten reducir la dispersión entre los diferentes modos de propagación a través del núcleo de la fibra. Estas fibras multimodo tienen un gran ancho de banda.

2.7.2 Fibra multimodo de índice escalonado.

En este tipo de fibra óptica viaja varios rayos ópticos simultáneamente, estos se reflejan con diferentes ángulos sobre las paredes del núcleo, por lo que recorren diferentes distancias, y se desfasan en su viaje dentro de la fibra, razón por la cual la distancia de transmisión es corta.

En estas fibras el índice de refracción es claramente superior al revestimiento o cubierta que lo rodea. El paso desde el núcleo hasta la cubierta conlleva por tanto una variación del índice, de ahí su nombre de índice escalonado.

Tiene dispersión modal y por tanto pérdida de señal, reducido ancho de banda y son de bajo costo dado que resultan tecnológicamente sencillas de producir.

2.7.3 Fibra monomodo.

Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que solo se propaga un modo de luz. El diámetro del núcleo es de 8.3 micrones a 10 micrones. Solo permite un modo de propagación. Presenta menor dispersión. Apropia para aplicaciones de larga distancia. Tiene una banda de paso del orden de los THz por kilometro pero se limita al orden los GHz por kilometro ya que los equipos utilizados para trabajar aun no alcanzan tan altas velocidades. Usa láseres como fuentes de luz a menudo en backbones de campus para distancias de varios miles de metros. Los mayores flujos se consiguen con esta fibra, pero también es la más compleja de implantar.

En comunicaciones se emplean fibras monomodo. Las longitudes que se emplean para la propagación de señales es de $\lambda=0.85\mu\text{m}$, $1.46\mu\text{m}$, $1.55\mu\text{m}$ y $1.625\mu\text{m}$ (esto se debe a que las longitudes de onda y la atenuación de la fibra son mínimas). Con la aparición de nuevas tecnológicas y el tratar de migrar a longitudes de onda mayores presentaba el inconveniente de que la dispersión dejaba de ser nula y suponía una fuerte limitación al ancho de banda de la transmisión lo que llevo al desarrollo de nuevos tipos de fibra óptica como son:

Fibra óptica monomodo estándar (Standard Single-Mode Fiber, SSMF). Esta fibra se caracteriza por una atenuación en torno a los 0.2dB/km y una dispersión cromática alrededor de una 16ps/km-nm en 1550nm. La longitud de onda de dispersión nula se sitúa en torno a los 1310nm donde su atenuación aumenta ligeramente. Esta normalizada en la recomendación UIT-T G.652. Existen millones de kilómetros de este tipo de fibra instalados en redes ópticas de todo el mundo, que se benefician de sus bajas pérdidas. Esta fibra se caracteriza por eliminar el pico de absorción de OH, por lo que dispone de una mayor anchura espectral para la transmisión en sistemas multicanal CWDM.

Fibras de dispersión desplazada (Dispersion-Shifted Fiber, DFS). sus pérdidas son ligeramente superiores (0.25dB/km a 1550nm), pero su principal inconveniente proviene de los efectos no lineales, ya que su área efectiva es bastante más pequeña que en el caso de la fibra monomodo estándar.

Fibra óptica de dispersión desplazada no nula (Non-Zero Dispersion-Shifted Fiber, NZDSF). este tipo de fibras poseen un alto coeficiente de atenuación. El NZDSF normalmente tiene una área eficaz entre 50 y 72 μm^2 , que es más pequeña que la de SSMF (típicamente 820 μm^2). Por ello aparecen en la NZDSF efectos no lineales a potencias de señal menores que los de las SSMF.

Fibras con atenuación plana en el pico de agua (Zero Water Peak Fibers, ZWPF). esta clase de fibra es fabricada con nuevos procesos de manufactura que son capaces de remover los iones OH presentes en la fibra y por lo tanto virtualmente logran eliminar el pico de agua centrado en 1383nm, y que causa una elevada tasa de error en la recepción de los canales ubicados entre 1370 y 1430nm, haciéndolos inutilizables. Esto permite la apertura de una banda de operación continua que va desde 1260nm a 1625nm.

Fibra óptica compensadora de dispersión (Dispersion Compensating Fiber, DCF). este tipo de fibra se caracteriza por un valor de dispersión cromática elevado y de signo contrario al de la fibra estándar. Se utiliza en sistemas de compensación de dispersión, colocando un pequeño tramo de DCF para compensar la dispersión cromática acumulada en el enlace óptico. Como datos negativos, tiene una mayor atenuación que la fibra estándar (0.5dB/km aproximadamente) y una menor área efectiva.

Fibra óptica mantenedora de polarización (Polarization-MaintainingFiber, PMF). este tipo de fibra monomodo que se diseña para permitir la propagación de una única polarización de la señal óptica de entrada. Se utiliza en caso de dispositivos sensibles a la polarización, como por ejemplo moduladores externos de tipo Mach-Zehnder. Su principio de funcionamiento se basa en introducir deformaciones geométricas en el núcleo de la fibra durante el proceso de fabricación para conseguir un comportamiento birrefringente. La birrefringencia o doble refracción es una propiedad de ciertos cuerpos, de desdoblarse un rayo de luz incidente en dos rayos linealmente polarizados de manera perpendicular entre sí como si el material tuviera dos índices de refracción distintos.

2.7.4 Normas para identificar el tipo de fibra óptica.

Las normas internacionales para la correcta identificación de los hilos de fibra han determinado los colores de los mismos. La norma ANSI/EIA/TIA 598A determina que el ordenamiento de los hilos se debe seguir según Tabla 2.

1	Azul	7	Rojo
2	Naranja	8	Negro
3	Verde	9	Amarillo
4	Marrón	10	Violeta
5	Gris	11	Rosa
6	Blanco	12	Agua

Tabla 2. Ordenamiento de los hilos de fibra óptica según la norma ANSI/EIA/TIA 598A.

Para distinguir el tipo de fibra óptica según su cobertura exterior, la norma sigue la convención indica en la Tabla 3.

Monomodo	Amarillo
Multimodo (50µm/125µm)	Naranja
Multimodo (62.5µm/125µm)	Gris
Multimodo (85µm/125µm)	Azul
Multimodo (100µm/140µm)	Verde

Tabla 3. Color de la cobertura exterior de cable de fibra según la norma ANSI/EIA/TIA 598A.

2.8 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE TRANSMISION OPTICO.[6]

Un sistema de comunicación óptico, se encuentra formado básicamente por un transmisor óptico, la fibra en sí y un receptor óptico. A lo largo del camino que recorre la fibra es necesaria la inclusión de varios equipos y elementos, tanto activos (amplificadores ópticos, regeneradores ópticos, convertidores) como pasivos (conectores, uniones, acopladores), los cuales permiten que la señal óptica llegue a su destino de manera conveniente. En la Figura 9 se presenta un esquema general de un sistema de transmisión óptico.

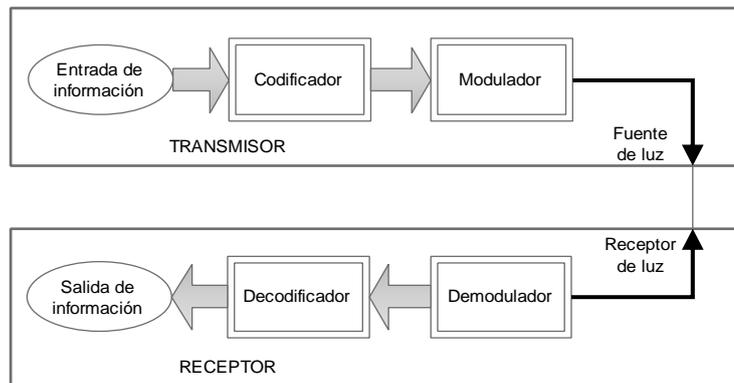


Figura 9. Sistema de transmisión óptico.

2.8.1 Transmisores ópticos.

Su función es generar la señal óptica que viajara a través de la fibra. Los transmisores dependen de los requerimientos de desempeño, tales como la velocidad de transmisión y los niveles de potencia necesarios para la transmisión.

Como fuente de luz se usan generalmente:

- LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation).
- LED (Light Emitting Diode).

En esencia son transductores cuya función radica en la conversión de la energía eléctrica en energía óptica, la cual deberá ser acoplada en la fibra. Deben emitir pulsos de luz con longitud de onda correspondiente a alguna de las ventanas de transmisión óptica. Además deben cumplir ciertos requisitos tales como:

- Bajo consumo de energía.
- Estabilidad ante eminentes cambios de temperatura.

- Potencia de salida adecuada, es decir, lo suficientemente alta para cubrir las distancias necesarias, pero sin saturar los equipos y producir distorsión en la comunicación.
- Emitir luz en un ancho espectral adecuado y reducido tiempo de respuesta para poder alcanzar altas tasas de transmisión. El tiempo de respuesta es el tiempo que tarda la fuente de luz desde su excitación eléctrica hasta que responde con luz.

En la Tabla 4 se indica un cuadro comparativo de las características de las fuentes LED y LASER.

PARAMETRO	LED	LASER
Estabilidad térmica	Buena	Mala
Potencia emitida	Baja	Alta
Anchura espectral	20 a 150nm	1 a 5nm
Costo	Bajo	Alto
Vida útil	Larga	Corta
Tiempo de respuesta	Alto	Bajo

Tabla 4. Cuadro comparativo de las fuentes LED y LASER.

2.8.2 Receptores ópticos.

Los receptores ópticos se encargan de convertir una señal óptica en eléctrica. El elemento más relevante que constituye el receptor óptico es el detector de luz. Para tener un funcionamiento eficiente, un detector de luz debe cumplir con las características siguientes:

- Debe tener una alta sensibilidad, lo que se refleja en la generación de corrientes altas de respuesta a la luz incidente. La sensibilidad es un parámetro que permite medir que tan bien responde el receptor ante una excitación lumínica en función de su intensidad.
- Al igual que las fuentes ópticas debe tener un pequeño tiempo de retardo para poder trabajar con altas tasas de transmisión.
- Minimizar el ruido producido internamente con el objetivo de detectar señales de luz pequeñas.

El ruido eléctrico dentro del detector puede medirse por la corriente de oscuridad; la cual es la corriente de ruido que un detector genera cuando no está iluminado, estableciendo así, el nivel mínimo de señal detectable, debiendo este ser mayor que la corriente de oscuridad. Otro parámetro usado para determinar el nivel mínimo de

señal detectable es el NEP (NoiseEquivalentPower); es la potencia equivalente del ruido. Representa la potencia óptica requerida en la entrada del detector para generar una corriente eléctrica eficaz igual a la corriente de ruido para un valor determinado de ancho de banda.

Se puede encontrar dos tipos de detectores de luz PIN y el APD, siendo el detector PIN el más usado en los sistemas de comunicación.

2.8.3 Amplificadores ópticos.

La fibra óptica es un medio de transmisión de baja atenuación, pero aun así, para enlaces ópticos de largas distancias es necesaria la inclusión de amplificadores. Existen dos tipos: amplificadores electro-ópticos y amplificadores ópticos.

Amplificadores electro-ópticos. antes de efectuar el proceso de amplificación realizan la conversión de la señal óptica en señal eléctrica. Luego de la amplificación, se revierte la conversión inicial, transformando así, la señal eléctrica en señal óptica, la cual se propaga a través de la fibra.

Amplificadores ópticos. para el proceso de amplificación no se necesitan procesos intermedios de conversión de señales electro-ópticas. Su principal ventaja es la posibilidad de amplificar simultáneamente señales con diferentes longitudes de onda, lo que conlleva a que con un solo amplificador óptico, es posible amplificar señales ópticas WDM transportadas por la misma fibra. WDM (WavelengthDivisionMultiplexation); es el proceso de combinar varias señales ópticas por la misma fibra discriminándose entre ellas por sus longitudes de onda. Entre este tipo de amplificadores se tienen: amplificadores ópticos de semiconductores (SOA), de fibra dopada de erbio (EDFA) y los amplificadores Raman.

PARAMETRO	SOA	EDFA	RAMAN
Ganancia	~ 10 a 20dB	~ 30dB	~ 20 a 25dB
Potencia de salida	Baja	Alta	Alta
Potencia recibida	Alta	Moderada	Alta
Banda de operación	Bandas O, L,C y S	Bandas C y L	Bandas S y C

Tabla 5. Comparación entre los amplificadores ópticos.

En la Tabla 5 se muestra una comparación de las características presentadas por los amplificadores ya citados.

2.8.4 Empalmes de fibra óptica.

Es el proceso utilizado para unir permanentemente las fibras durante el proceso de instalación sin la utilización de conectores. En la práctica se tienen dos tipos de técnicas para realizar el empalmado de fibras: empalme mecánico (perdidas entre 0.1 y 0.2 decibelios) y empalme por fusión (perdidas menores a 0.1 decibelios).

2.8.5 Conectores de fibra óptica.

El conector es un dispositivo que permite unir dos fibras de manera no permanente. Básicamente se utilizan en los extremos asociados a transmisores, receptores y amplificadores ópticos.

La conexión puede realizarse por fibra desnuda y por alineación por férula. La férula es un cilindro hueco de gran precisión, con una perforación concéntrica del diámetro de la fibra desnuda que facilita su alineación. Generalmente los conectores se acoplan a la fibra usando adaptadores.

ST (Subscriber Termination). se usan principalmente en redes de datos de edificios y en sistemas de seguridad. Pueden ser usados tanto en fibras monomodo como en las multimodo. Su diseño es parecido a los conectores usados para los cables coaxiales. Este tipo de conector presenta pérdidas entre los 0.1 y 0.4dB. (Figura 10)

SC (Subscriber Connection). en su mayoría no cuentan con elementos metálicos, constituyéndose en su totalidad de material plástico. Presentan pérdidas en el orden de los 0.4dB. Existe una versión dúplex que presenta mayor resistencia a esfuerzos que el tipo ST. Es usado generalmente para la transmisión de datos. (Figura 10)

FC (Fiber Connector). son conectores metálicos y para su conexión se da en base a inserción a rosca. Presentan pérdidas típicas entre los 0.08 y los 0.2dB. Su aplicación se

da principalmente en redes telefónicas y en sistemas de televisión por cable. (Figura 10)

LC (LucentConnector). son utilizados para la transmisión de alta densidad de datos. Utiliza una férula de cerámica y es empleado en fibras de estructura ajustada. Presenta pérdidas típicas de 0.2dB. (Figura 10).

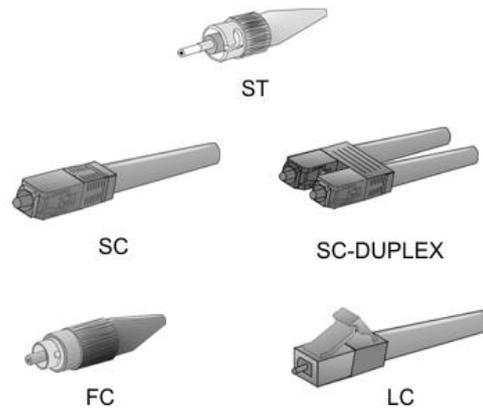


Figura 10. Tipos de conectores.

2.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA FIBRA OPTICA

2.9.1 Ventajas.

- Las fibras ópticas son el medio físico con menor atenuación. Por lo tanto se puede establecer enlaces directos sin repetidores, hasta los 100km. Por lo que se reduce el número de equipos y por ende el costo.
- La capacidad de transmisión es muy elevada, por lo tanto hace posible navegar por internet a una velocidad de 2Mbps o más.
- Puede propagarse simultáneamente ondas ópticas de varias longitudes de onda que se traduce en un mayor rendimiento de los sistemas. De hecho 2 fibras ópticas serian capaces de transportar, todas las conversaciones telefónicas de un país, con equipos de transmisión capaces de manejar tal cantidad de información.
- Acceso ilimitado y continuo las 24 horas del día, sin congestiones.
- Video y sonido en tiempo real.

- Fácil de instalar.
- Es inmune al ruido y las interferencias, como ocurre cuando se utiliza alambre telefónico, por ejemplo.
- Las fibras ópticas transmite luz y no emiten radiaciones electromagnéticas que pueden interferir con equipos electrónicos, tampoco se ve afectada por radiaciones emitidas por otros medios, por lo tanto constituye el medio más seguro para transmitir información de muy alta calidad sin degradación.
- Carencia de señales eléctricas en la fibra, por lo que no puede dar descargas. Son convenientes para trabajar en ambientes explosivos.
- Presenta dimensiones más reducida que los medios preexistentes.
- El peso del cable de fibras ópticas es muy inferior al de los cables metálicos.
- La materia prima utilizada en la fabricación es el dióxido de silicio (SiO_2) que es uno de los recursos más abundantes en la superficie terrestre.
- Compatibilidad con la tecnología digital.

2.9.2 Desventajas.

- El costo es alto en la conexión de fibra óptica, las empresas no cobran por tiempo de utilización sino por cantidad de información transferida al computador, que se mide en Megabytes.
- El costo de la fibra solo se justifica cuando su gran capacidad de ancho de banda y baja atenuación son requeridos. Para bajo ancho de banda puede ser una solución mucho más costosa que el conductor de cobre.
- Fragilidad de las fibras.
- Disponibilidad de conectores limitada en el mercado y costo elevado.
- Dificultad de reparar un cable de fibras roto en el campo.
- La fibra óptica no transmite energía eléctrica, esto limita su aplicación donde el terminal de recepción debe ser energizado desde una línea eléctrica. La energía debe proveerse por conductores separados.

3. SITUACION DE LA RED ACTUAL Y ANALISIS DE TRAFICO

3.1 CENTRALES ELÉCTRICAS DE NARIÑO S.A. E.S.P

CEDENAR S.A. E.S.P. es la organización encargada de la planeación, las intervenciones, la operación y el mantenimiento de todo el Sistema de Transmisión Regional (STR) de distribución de energía eléctrica para el departamento de Nariño, además es la empresa que fomenta el desarrollo económico de la región y contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.

3.1.1 Misión y Visión.

La empresa tiene una misión muy importante que consiste en generar, distribuir y comercializar energía eléctrica, para satisfacer las necesidades de los clientes y fomentar el desarrollo económico y social de la región.

CENTRALES ELECTRICAS DE NARIÑO será una empresa competitiva, enfocada al cliente y generadora de valor para sus accionistas.

3.2 DESCRIPCION DE LA RED ACTUAL DE COMUNICACIONES DE CEDENAR S.A. E.S.P.

CEDENAR S.A. E.S.P. cuenta con tres sedes administrativas dentro de la ciudad de Pasto: Sede Avenida Los Estudiantes, Sede Bombona y Sede Minercol, siendo su sede principal la Sede Avenida Los Estudiantes, ubicada en la Calle 20 No. 36-12 en donde funciona:

- Gerencia General.
- Subgerencia Administrativa Financiera.
- División Administrativa.
- Subgerencia de Distribución y Generación.
- División de Ingeniería.
- División de Operaciones.
- Oficinas Asesoras de Planeación y Sistemas.

- Oficina Jurídica.
- Centro Local de Control (CLC): se encarga de integrar las actividades de operación, control y mantenimiento en un solo sistema, creando interfaces entre el CLC, División de Operaciones, División de Ingeniería, zonas y la Subgerencia de Distribución y Generación. Para crear un sistema uninodal del área de distribución.

Además, posee sedes en los municipios de Ipiales, Tuquerres, La Cruz, La Unión, Sandona y Tumaco que se encargan de la atención al cliente y facturación, estas seccionales se comunican con la oficina de planeación ubicada en la Sede Avenida Los Estudiantes en su mayoría con radioenlaces.

Dentro del área de servicio, la empresa tiene en funcionamiento 37 subestaciones que alimentan el servicio eléctrico de alta tensión a lo largo del departamento de Nariño y que son: Pasto, Jamondino, Catambuco, Panamericana, Rio Mayo, Junin, Buchely, Piedrancha, Ricaurte, Altaquer, Llorente, Tangareal, Barbacoas, Tumaco, Taminango, Policarpa, San José, La Unión, La Cruz, Chachagüi, Remolino, Imúes, Sapuyes, Tuquerres, Pupiales, Casafría, Cordoba, Cumbal, Tangua, Rio Bobo, El Encano, Julio Bravo, Sandoná, Ancuya, Samaniego, El Tambo, y Nariño.

En cuanto a la comunicación actual de las sedes estas se encuentran interconectadas en red bien por fibra óptica o por radio enlace como se muestra en la Tabla 6.

Sede	Medio de Comunicación	Conexión a:
Avenida los Estudiantes	Fibra óptica	Sede Bombona, Minercol
Minercol	Fibra óptica	Sede Av. Los Estudiantes, Bombona
Bombona	Fibra óptica	Sede Av. Los Estudiantes, Minercol
Ipiales	Fibra óptica	Subestación Panamericana
Túquerres	Fibra óptica	Subestación Sapuyes
La Cruz	Radio Enlace	Sede Av. Los Estudiantes
San Pablo	Radio Enlace	Sede Av. Los Estudiantes
La Unión	Radio Enlace	Sede Av. Los Estudiantes
Sandoná	Radio Enlace	Sede Av. Los Estudiantes
Samaniego	Radio Enlace	Sede Av. Los Estudiantes
Tumaco	Radio Enlace	Sede Av. Los Estudiantes

Tabla 6. Situación actual de la red de datos de CEDENAR S.A. E.S.P.

3.2.1 Red WAN de CEDENAR S.A. E.S.P.

CEDENAR S.A. E.S.P. posee actualmente una red WAN que permite interconectar el CLC con las agencias ubicadas en toda su zona de operación. La red WAN consiste en enlaces independientes desde cada una de las seccionales (Rio Mayo, Sandoná, San Pablo, Samaniego, La Cruz, La Unión y Tumaco) a través de radioenlaces, la conexión con la subestación de Jamondino se hacen también a través de radioenlace. Las demás subestaciones (Rio Bobo, Tangua, Panamericana, Imúes, Pupiales, Sapuyes, Casafría y Catambuco) hacen enlace con fibra óptica, al igual que las sedes (Ipiales, Túquerres, Bombona y Minercol). La subestación de Pasto hace enlace a través de cableado UTP. (Ver Anexo A. Esquema de Comunicaciones CEDENAR S.A. E.S.P.)

El estudio se realiza sobre el enlace que existe entre la subestación de Jamondino y el CLC, a continuación en la Figura 11 se muestra un diagrama de la red de datos utilizada en este punto de interconexión.

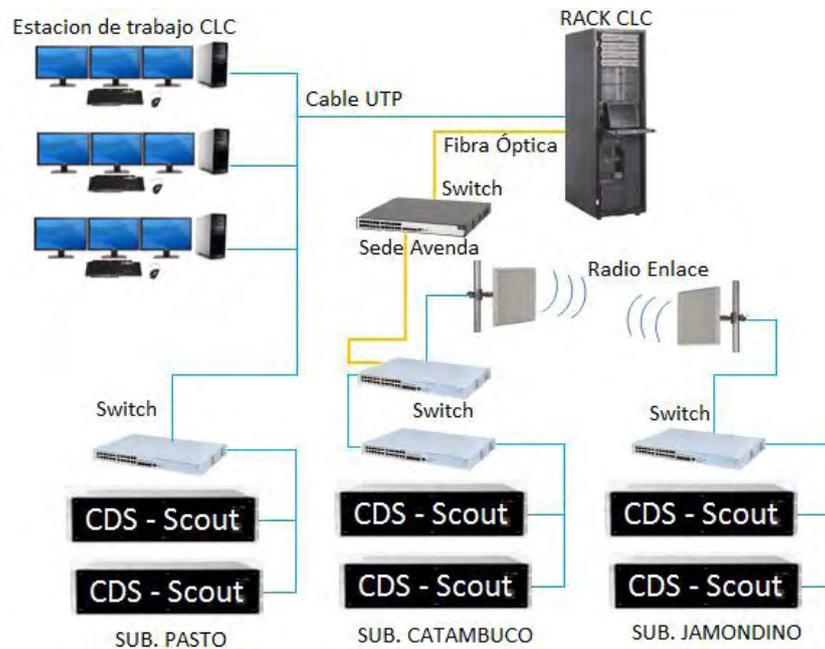


Figura 11. Diagrama lógico de comunicación de las subestaciones de la ciudad de Pasto.

En la actualidad la subestación Jamondino se encuentra en comunicación con la subestación Catambuco por medio de un radio-enlace, el cual es prestado como un servicio a CEDENAR S.A. E.S.P. en la modalidad de arrendo por la firma ICEOLIC, y de la subestación Catambuco se tiene una conexión con fibra óptica hasta el Centro Local de Control, en la sede principal de CEDENAR S.A. E.S.P. en la Avenida Los Estudiantes.

Para la interconexión de la subestación Jamondino y el CLC la empresa cuenta con un enlace inalámbrico.

En la descripción de los equipos utilizados para la red se encuentra

- 1) Switch 3Com 5500G-EI 24-Port el cual es un switch 10/100/1000 apilable de primera clase, con software de imágenes mejoradas (EI) para empresas con las aplicaciones de red más exigentes que requieren la más alta disponibilidad de la red (99.999%). 24 puertos funcionan a 10/100/1000; 4 de estos puertos son de uso dual con cuatro puertos Giga bit basados en SFP. La ranura para modulo de expansión ofrece conectividad adicional Giga bit o 10-Gigabit Ethernet.

Este switch soporta tecnología de apilamiento 3Com XRN® distribuido y resistente ante fallos, con ancho de banda de apilamiento de 48Gbps (96Gbps full-duplex) y routing avanzado de Capa 3 (RIP / OSPF), QoS de Capa 2-4 y funcionalidades limitadas de velocidad.

Además, ofrece extensas funcionalidades de seguridad – SNMP v3, SSH, login de red – y apilamiento resistente ante fallos y hot-swappable, para una administración y monitorización.

Además, en la subestación Jamondino:

- 2) Concentradores de Subestación (CDS) Scout: para la adquisición de información de campo, mediante enlaces seriales RS232 y RS485 de diferentes Dispositivos Electrónicos Inteligentes (IEDs). Combina las funciones de una RTU (Unidad de Terminal Remota) tradicional con funciones de PLC (Controlador Lógico Programable) y Terminal Server. También incluye un Servidor Web inmerso en el equipo y capacidades de concentrador de datos.

Su arquitectura modular permite un crecimiento de hasta 256 puntos de entradas/salidas mediante módulos propios del Scout, y una base de datos de hasta 16000 puntos. Esto permite al Scout monitorear y controlar puntos obtenidos a través de la integración de IEDs, conectados directamente.

Dispone de extensas capacidades de comunicación que permiten a la Scout conectarse a cualquier IED mediante 08 puertos seriales o 02 puertos Ethernet. Tiene la capacidad de enviar la información hacia 04 estaciones maestras (Centros de Control) mediante puertos seriales o puertos Ethernet, con una base de datos diferente para cada estación maestra y diferente protocolo de comunicación. Otras características son la capacidad de poder efectuar diagnóstico remoto a través de sus puertos Ethernet, monitoreo de todos los puertos activos (seriales y Ethernet),

monitoreo y edición de parámetros configurados, descarga y actualización de archivos, incluyendo mapping de puntos y firmware.

3) Web Server: La Scout incluye servidor Web integrado, que permite a los usuarios monitorear y modificar la información detallada de la Scout directamente desde un navegador web estándar. Las características del Web Server son las siguientes:

- Paginas de Operación
 - ✓ Puntos de Estado, Analógicos y Contadores
 - ✓ Eventos del tipo SOE, Control y Setpoints
- Paginas de Configuración
 - ✓ Login y Passwords
 - ✓ Parámetros Generales
 - ✓ Puertos de Comunicación
 - ✓ Configuración de Red
 - ✓ Configuración de funcionalidad Terminal Server
- Paginas de mantenimiento
 - ✓ Reportes de procesos
 - ✓ Contador de errores
 - ✓ Mensajes de operación
 - ✓ Uso de Memoria
- Creación y almacenamiento de paginas HTML en la Scout que permiten visualizar la información de la base de datos de la Scout en este tipo de páginas.

4) PowerLogic ION Enterprise 7650: utilizado en puntos de distribución clave y cargas sensibles, los analizadores de redes ofrecen una funcionalidad sin igual que incluye un análisis avanzado de calidad de energía combinado con precisión de medidas, varias opciones de comunicación, compatibilidad con la web y funciones de control. Es posible compartir los datos con varios sistemas existentes mediante varios canales y protocolos de comunicación.

Además de los dispositivos anteriormente mencionados, la subestación cuenta con dos (2) paneles de alarma SEL 2523, un (1) medidor de facturación SEL 734, diez (10) relés

SEL 421 para protección direccional y de distancia a alta velocidad de líneas de transmisión, tres (3) relés SEL 411 para la protección y control de las líneas de transmisión, seis (6) medidores de multi-grandezas ABB MGE-144 instrumento configurado para medir hasta 40 variables eléctricas, siete (7) relés temporizados de sobre corriente ABB Microshield O/C y cuatros (4) relés de protección de transformador.

4. ESTUDIO DE APLICACIÓN DE LA RED DE COMUNICACIÓN CON FIBRA OPTICA

En este capítulo se establece el enlace requerido para la red de comunicación de la empresa. Adicionalmente, se presenta un estudio detallado del tráfico a manejar por los enlaces en base a las aplicaciones requeridas.

De igual manera, se plantea la solución del diseño del enlace con fibra óptica para la interconexión de la subestación de Jamondino y el Centro Local de Control (CLC).

4.1 ESTABLECIMIENTO DEL ENLACE REQUERIDO

Durante el siglo XX, las infraestructuras para las redes de telecomunicaciones y de energía eléctrica se han desplegado separadamente e independientemente. Sin embargo, durante el siglo XXI, el estado de la técnica hace posible la construcción de una red común para la energía y las tecnologías de la información y las comunicaciones. Esto supone un cambio radical en el modo en que la energía y la información se generan, distribuyen y consumen.

La integración total en una única infraestructura física compartida (torres, postes, canalizaciones, conductos, etc.), con cables de cobre para la energía eléctrica y fibras ópticas para las telecomunicaciones, supondría una mejora excepcional. Los sistemas de información y comunicación necesitan electricidad, y la red de energía del futuro necesita las tecnologías de la información y las comunicaciones.

La nueva tecnología UETS (Universal Ethernet TelecommunicationsService) servirá como base para suministrar servicios convergentes sobre una sola Red Inteligente; TheIntelligentGrid, que desempeñara un papel fundamental para satisfacer la creciente demanda de energía y facilitar el despliegue de la banda ancha en todas las regiones.

El uso de soportes de la red de distribución de energía eléctrica para el despliegue de las redes de comunicaciones es un caso con importante desarrollo y con expectativas de crecimiento. Se trata de una situación donde la sinergia que se obtiene por el uso compartido no se limita a los aspectos estrictamente económicos de costos evitados por la duplicación de redes, sino también a los aspectos medioambientales debido a las dificultades para construir nuevos elementos de infraestructura física en áreas de alta densidad urbana dado el impacto de estas sobre el ambiente.

Una de las tecnologías más desarrolladas en cuanto al manejo de transmisión de información es la fibra óptica, por lo cual las telecomunicaciones se han visto beneficiadas por lograr una mayor velocidad de transmisión y disminuir las

interferencias y el ruido casi en su totalidad incrementando así el nivel de eficiencia de la comunicación. El decremento o atenuación de onda o frecuencia casi no se percibe, mientras que años atrás se utilizaban repetidores cada dos kilómetros en los sistemas de cables de cobre, en las comunicaciones con fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta setenta kilómetros sin necesidad de recurrir a repetidores. El uso de avances tecnológicos es primordial para el desarrollo de las grandes organizaciones, ya que una empresa sin una buena utilización de la información, comunicaciones, manejo de datos y aplicaciones, muy difícilmente ofrece un buen desempeño a la comunidad.

Para la implementación de un sistema de comunicación es necesario un estudio que plantee los suministros necesarios para su montaje, de tal manera que se pueda incrementar la confiabilidad de la comunicación y garantizar el correcto funcionamiento, este diseño abarca el suministro, la instalación y las respectivas pruebas de comunicación según bases que dan los Sistemas de Conectividad Estructurada y los estándares internacionales. Todo el sistema de comunicación se debe regir en las especificaciones dadas por los estándares internacionales de diseño de la TIA/EIA, por lo tanto el personal que desempeñe este trabajo deberá garantizar su experiencia y certificación en esta área.

4.2 GENERALIDADES DEL ENLACE REQUERIDO

4.2.1 Alcance del Trabajo

Todas las actividades que se menciona a continuación se deben hacer de acuerdo con los requerimientos mínimos obligatorios y las cantidades que se describen en el Anexo 2.

Suministro de materiales, montaje, figurar, poner en funcionamiento e integrar el tramo de fibra óptica entre la subestación Jamondino y el Centro Local de Control ubicado en la sede principal de CEDENAR en la ciudad de Pasto.

- Suministro, instalación y configuración de las bandejas de fibra y transceivers en cada punto.
- Suministro, instalación y configuración de equipos activos, switches Ethernet apilables de 24 puertos 10/100/1000 Mbps el proponente debe proveer todos los elementos necesarios para establecer la conectividad y apilamiento.
- Suministro e instalación de fibra monomodo con las especificaciones y cantidades especificadas en el Anexo 2.
- Patchcords de fibra óptica conectores tipo SC-SC
- Certificación de extremo a extremo y para todos los hilos

- Entrega de los equipos debidamente configurados, se debe realizar la configuración necesaria de acuerdo a los requerimientos de la red de CEDENAR S.A. E.S.P.

4.2.2 Planteamiento de la solución

El proponente debe ofrecer una solución donde involucre la adecuación física con la obra civil requerida, suministro, implementación y puesta en funcionamiento de la solución, debe contemplar todo el recurso físico, humano, técnico y demás requerido para dar cumplimiento al objeto contractual en su totalidad. Así como ubicación, accesos, alturas y distribución de racks.

El oferente debe contemplar y tener en cuenta en la solución ofrecida las normas y estándares internacionales vigentes. La normatividad que plantea los estándares TIA/EIA deben ser la base para el diseño del sistema de comunicación. Los proponentes se deberán regir a las condiciones planteadas en los términos de referencia para conocer las condiciones, requerimientos y derechos a los que pueden apelar.

Para este diseño se deben utilizar Fibra Óptica ADSS Monomodo con 8,3/125 μm núcleo/revestimiento para la interconexión de las dos sedes.

La arquitectura del sistema debe ser de distribución abierta, dejando lugar tanto a conexiones de equipos existentes como también a posibles nuevas expansiones de equipos futuros en el sistema.

Se debe tener en cuenta que una de las condiciones fundamentales que debe ofrecer el hardware de conexión es la flexibilidad, ya que esta permitirá a futuro que el sistema de comunicación pueda crecer y expandirse hasta lograr satisfacer la necesidad conexión que se llegue a requerir.

4.2.3 Vida Util

La vida útil se define como el tiempo en que las propiedades o características de los elementos de un sistema permanecen bajo valores aceptables, esto depende de algunos factores como el tipo de cable, tendido, zona geográfica e instalaciones.

En cuanto a la fibra óptica las propiedades que varían con el paso del tiempo son fundamentalmente: el aumento del coeficiente de atenuación, la disminución de la

resistencia mecánica a la tracción y el aumento de la dispersión por modo de polarización (PMD).

La vida útil de los cables de fibra óptica dependen de varios factores como:

- Condiciones del medio ambiente en que se instale el cable.
- Protección del cable.
- Trato recibido por el cable durante la explotación e instalación.
- Tipo de tendido, en este caso aéreo ADSS.

El nivel de esfuerzo también es un factor muy importante a la hora de determinar la vida útil de un tendido de fibra aéreo, se debe tener en cuenta que los cables de fibra comienzan a estirarse con un esfuerzo cercano al 42% del de ruptura. El valor de esta tensión varía para cada tipo de cable, por ejemplo los cables OPGW generalmente usados para instalación en torres de alta tensión tienen un nivel de esfuerzo mayor a los cables ADSS. Esta variación ocurre debido a los materiales y dimensiones de los mismos.

Se recomienda dejar el cable con una tensión inferior al 20% de la tensión de ruptura, disminuyendo el nivel de degradación de las propiedades de elasticidad al paso del tiempo. Con esto se asegura que las fibras no se estiren o dañen en por lo menos 30 años.

4.2.4 Actividades de obra

Previamente a hacer el tendido de la fibra, el contratista deberá hacer una inspección al sitio para determinar si las condiciones de trabajo no causarán obstrucciones que interfieran con el desarrollo de los trabajos del tendido.

La propuesta debe contemplar el suministro de materiales, instalación, configuración y puesta en funcionamiento de la totalidad de los equipos de los sistemas, asegurando el cumplimiento de las últimas versiones de todas las normas o estándares para dichos procedimientos.

Todos los trámites y permisos pertinentes se coordinarán en conjunto con el interventor del contrato ante la administración de CEDENAR, así como todas las gestiones a que haya lugar ante las entidades públicas correspondientes.

Los trabajos correspondientes a tendido de fibra, e instalación de equipos activos, deberán ser realizados por personal certificado por el fabricante, se deberá garantizar que como mínimo el 30% sea certificado.

El contratista deberá cumplir con las normas de protección y seguridad industrial aplicables a este tipo de las actividades.

El contratista debe suministrar e instalar todos los elementos necesarios para garantizar el objeto del contrato rigiéndose a lo estipulado en los términos de referencia para este proyecto.

4.3 ANALISIS DEL TRAFICO A TRANSPORTAR A TRAVES DEL ENLACE DE COMUNICACIÓN

La implementación de la red de fibra óptica de CEDENAR S.A. E.S.P. está destinada principalmente al manejo del tráfico tipo SCADA que permite el monitoreo y control a pequeña escala de las distintas variables que se encuentran en la subestación y el CLC.

Además, la empresa tiene como visión futura la implementación de ciertas aplicaciones IP tales como voz y video – vigilancia, las cuales podrán ser accedidas desde las subestaciones y centrales. Se considera el requerimiento de ancho de banda que permite manejar dichas aplicaciones a través del nuevo enlace de comunicación.

4.3.1 Señales a manejar por el sistema SCADA

La subestación está organizada jerárquicamente en niveles de campo, de bahía y de estación, con la finalidad de optimizar el manejo de recursos de la empresa y los costos de operación, manteniendo una mínima intervención del operador de la subestación.

El nivel de campo lo constituyen los equipos que interactúan directamente con los parámetros eléctricos de la subestación. Se utilizan sensores especializados, de tecnología avanzada, los cuales envían la información a la CDS-Scout mediante comunicación serial.

El nivel de bahía es aquel que se encuentra cerca del equipo de campo. En esta nivel se incluyen los IED's, para control, medición y protección. En la subestación Jamondino se tienen niveles de bahía de alimentador y niveles de bahía para los transformadores.

Finalmente, se tiene el nivel de estación, en donde se establece la interfaz hombre - máquina (HMI). En este nivel se realizan los registros e impresión de eventos, así como también el archivo y almacenamiento de datos históricos.

A través del enlace de comunicación a diseñar se transmitirá señales de monitoreo y de control. Para el monitoreo se tomarán en cuenta tanto las señales eléctricas como señales de variables no eléctricas que serán de naturaleza binaria y analógica. Dentro de las señales eléctricas se tienen: corrientes, voltajes, potencias, datos de energía, frecuencia de operación y factor de potencia. Y dentro de las variables no eléctricas se tienen: temperatura de los devanados del transformador, temperatura del aislamiento del transformador, niveles de aceite, presión de aceite, posición del tap del transformador, rigidez dieléctrica del aceite, estado y número de veces que se han accionado los interruptores, relés y alarmas.

Para las señales de control se tratarán básicamente señales binarias que denoten el estado de las variables requeridas. Las señales de control permiten describir el estado en el que se encuentran disyuntores, seccionadores y el sistema de ventilación forzada del transformador de potencia.

4.3.2 Requerimiento de ancho de banda para transmitir los datos del Sistema Scada y de la CDS-Scout.

El requerimiento de ancho de banda para enlaces de comunicación de sistemas industriales es pequeño en comparación a los enlaces requeridos por redes administrativas de datos.

Para determinar el ancho de banda mínimo requerido por el enlace de comunicaciones para tener una transmisión fiable de datos, se examina la cantidad de información a transmitir en bits. Una señal digital requiere de un solo bit, mientras que la señal analógica requiere una conversión a formato digital que puede llegar a ocupar hasta 8 bytes cuando se expresa en números reales con doble grado de precisión.

La transmisión de datos desde los relés SEL 421 los relés de protección y los relés 411 se realizan directamente hacia el switch usando el puerto Ethernet. La velocidad de transmisión ofrecida por el puerto Ethernet es de 10Mbps, pero en vista de que para este tipo de aplicaciones es suficiente operar con velocidades de transmisión de 9600bps, se asume esta velocidad para cada uno de los elementos. Por tanto, el tipo de tráfico generado por estos dispositivos requiere una velocidad de transmisión de 163.2Kbps.

Los demás dispositivos se encuentran conectados al concentrador de subestación SCOUT, suponiendo que el concentrador llegue a ser usado en su capacidad total se tendría 256 entradas digitales y 256 entradas analógicas con resolución de 12 bits y tiempo de procesamiento de 1ms; por tanto, la velocidad de transmisión requerida para los datos análogos es:

$$V_{Tx} = \frac{\text{Numero de bits}}{\text{Tiempo de procesamiento}}$$

$$V_{Tx} = \frac{12 \text{ bits}}{1 \text{ ms}} = 12 \text{ kbps}$$

Adicionalmente, se debe calcular la cantidad total de bits necesarios para la transmisión de los datos de las señales

$$\#bits = (\#señales discretas * 1) + (\#señales analógicas * 12)$$

$$\#bits = (256 * 1) + (256 * 12) = 3328 \text{ bits}$$

4.4 CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE ENLACES DE COMUNICACIÓN POR FIBRA OPTICA

4.4.1 Parámetros básicos

Para la optimización del enlace óptico se debe determinar la cantidad y las características de la información a transmitir. Además, es necesario establecer la velocidad de transmisión a manejar y la longitud del enlace.

También, se debe escoger los parámetros adecuados tales como: longitud de onda, tipo de fibra óptica, fuentes y emisores ópticos. Estos parámetros son puntos clave en el diseño del enlace.

Adicionalmente, se debe considerar:

- Tipo de modulación a usar
- BER (Bit error rate) del enlace, el cual determinara el grado de fidelidad del enlace.
- Vida útil de los equipos
- Costo total del sistema
- Posibilidad de ampliaciones futuras en las características del enlace.

Al analizar los parámetros de longitud y velocidad de transmisión se establecen los parámetros de fuente óptica y tipo de fibra a usar para el enlace.

4.4.2 Ubicación geográfica

La dependencia del Centro Local de Control se encuentra ubicada en la sede panamericana de CEDENAR S.A. E.S.P. Avenida Los Estudiantes No.36-12 en la ciudad de Pasto. En este edificio se dispone de un cuarto de equipos al cual llega un enlace de fibra óptica desde las oficinas de Planeación en la misma sede, además se encuentra en funcionamiento una red de cableado estructurado UTP categoría 5e para la terminal de trabajo que maneja cada profesional del CLC.

El centro local de control se encuentra ubicado con las siguientes coordenadas geográficas:

- Latitud: 1°13'39.93"N
- Longitud: 77°16'53.58"O

La subestación de Jamondino se encuentra ubicada en la zona rural al oriente de la ciudad de Pasto, la cual suministra el servicio eléctrico a la zona Oriente de la ciudad ya al municipio de Chachagui, con 18.541 usuarios y 414 transformadores, dicha subestación se encuentra monitoreada por el Centro Local de Control por medio de un radio-enlace con el sistema SCADA. En sus instalaciones existe un cuarto de control y monitoreo donde están los equipos necesarios para monitorear la zona. El radio-enlace cuenta con un canal de 11 Megas Clear Chanel, para transferencia de datos y voz IP.

La subestación Jamondino tiene las siguientes coordenadas geográficas:

- Latitud: 1°13'7.40"N
- Longitud: 77°15'9.99"O

4.4.3 Selección de la ruta.

Para el enlace a diseñar surgen dos alternativas para el tendido de fibra óptica: a través de canales subterráneos o excavación directa, o a través de estructuras que permitan el tendido aéreo.

En la primera alternativa surgen algunas complicaciones en vista de que se requeriría la construcción de las rutas subterráneas a través de todo el recorrido de la fibra. Para lo cual, se deben conseguir los permisos de acceso y construcción sobre cada uno de los terrenos privados a lo largo del enlace, y consistiría en un considerable gasto adicional para la consecución de la obra civil previa.

Por el contrario para el tendido del cable aéreo de fibra óptica, se cuenta con los postes propiedad de la empresa, a través de los cuales se encuentran las líneas de transmisión de energía eléctrica, constituyéndose así en rutas validas y establecidas para el tendido aéreo del cable. Además, este tipo de tendido presenta algunas ventajas con respecto a las otras modalidades tales como:

- La instalación es relativamente sencilla y menos costosa.
- Facilita la localización y corrección de roturas del cable de fibra.
- Facilita el acceso para funciones de mantenimiento y revisión.

Por lo dicho anteriormente se concluye que el tendido aéreo es la mejor opción para el diseño del enlace de fibra óptica requerido.(ANEXO B. Detalle de la ruta a seguir para el tendido de fibra óptica)

4.4.4 Análisis de tipo de cable de fibra a utilizar.

En el mercado sobresalen tres tipos de cables aéreos de fibra óptica: OPGW (OPTicalGroundWire), ADSS (AllDielectricSelfSupporting), y Figura en "8".

Cable OPGW. satisface los requerimientos de la CCITT, G.652 (fibras monomodo estándar) y G.655 (NZDSF: Fibras monomodo de dispersión desplazada no nula). Su uso depende de factores como: tamaño de los vanos entre los postes o torres de alta tensión, condiciones ambientales, número de fibras, entre otros. Este cable presenta alta resistencia mecánica.

El cable acepta como máximo 120 fibras por cable. Opera a temperaturas de -40 °C hasta 85 °C y sobre las ventanas de transmisión de 1310 y 1550 [nm]. Este tipo de fibra posee excelentes características de protección del cable y puede conseguirse buenas prestaciones de disponibilidad para el enlace. Además, son inmunes a las interferencias electromagnéticas, pero al constituirse de elementos metálicos no son inmunes a la caída de rayos. Se acostumbra su uso sobre líneas eléctricas de alta

tensión, especialmente en tendidos sobre torres de transmisión que poseen hilo de guarda.

Cable ADSS. Al igual que el cable OPGW, esta fibra satisface los requerimientos G.652 y G6.655 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Es totalmente inmune a las interferencias electromagnéticas y no es susceptible a la caída de rayos. Se aplica para distancias medias, largas. Es considerablemente más barato que el cable OPGW. El proceso de mantenimiento es posible sin tener que interrumpir el sistema de transporte eléctrico.

Se recomienda para sistemas eléctricos ya construidos donde se tiene el correspondiente hilo de guarda. Muestra buenas características de estabilidad ante la presencia de vientos. Este tipo de cable puede instalarse en enlaces que cuenten con vanos menores a los 600 metros. A medida que crece el tamaño del vano se recomienda suspender el cable en un tensor, ya sea mediante grapas o un tensor de acero.

Para determinar el tipo de cable ADSS óptimo es necesario establecer algunas características de la ruta sobre la que se instalara la fibra, entre ellas: el tamaño de los vanos, condiciones ambientales, número de fibras, entre otros.

Figura en "8". al igual que los anteriores cables, soporta las recomendaciones G.652 y G.655 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Es un cable de estructura holgada, al cual se encuentra adosado un cable guía usualmente de acero. La inclusión de este cable fiador resulta en una alta capacidad de tracción, el cual soportara las fuerzas externas presentadas en el tendido aéreo del mismo. Cuando el tendido de este cable se lo realiza cerca de los cables de líneas de alta tensión, el cable guía se lo construye en material dieléctrico constituido generalmente por hilos de aramida y fibra de vidrio. El cable guía y el cable óptico se encuentran físicamente separados por una franja de polietileno que aumenta el diámetro del cable. Al estar constituido con el cable guía presenta forma asimétrica, lo cual lo vuelve más susceptible a vibración de baja frecuencia debido a la acción del viento. Es recomendable para el tendido aéreo que presenta vanos largos.

Comparación entre el cable aéreo OPGW, ADSS y Figura en "8". En la Tabla 7 se muestra un análisis comparativo entre las características de estos tres tipos de cable aéreo.

Luego de analizar detenidamente las características de estos tipos de cable de fibra óptica de tendido aéreo, y de acuerdo a las características del enlace requerido y de la potencia existente, se escoge el cable ADSS como la más conveniente para este enlace. Se debe destacar que, además de su inmunidad a la interferencia electromagnética y a la caída de rayos, su mantenimiento es fácil y el costo del cable y del sistema completo son menores al que se incurriría con la utilización del cable OPGW. Es oportuno también señalar que los vanos sobre los cuales se tendiera el cable aéreo son medianos, por lo cual no se tiene la necesidad de proponer el cable de Figura en "8".

CARACTERISTICAS	ADSS	OPGW	FIGURA EN "8"
Confiabilidad	Alta	Alta	Alta
Sobrecarga estructural	Pequeña	Considerable	Considerable
Inmunidad ante caída de rayos	Total	Ninguna	Total (Con guía dielectrico)
Instalación en sistema nuevo	Simple	Simple	Simple
Instalación sobre sistema existente	Simple	Complejo	Simple
Facilidad de mantenimiento	Fácil	Difícil	Fácil
Costo del cable	Bajo	Alto	Medio
Costo de instalación	Bajo	Alto	Bajo
Costo total del sistema	Bajo	Alto	Medio
Acceso a fibras ópticas	Fácil	Difícil	Fácil

Tabla 7. Comparación entre cable ADSS, OPWS y Figura en "8".

Ahora, el cable ADSS a utilizar debe ser de estructura holgada (loosetube) debido a que este presenta un buen aislamiento ante las fuerzas externas, así como también posee buenas prestaciones contra la deformación, envejecimiento y degradación. Además cuenta con un revestimiento interno, el cual presenta un soporte adicional en el proceso de tendido.

Para determinar el tamaño de vano máximo para el enlace se recurre al ANEXO B, en donde se muestra detalladamente, el recorrido del cable de fibra óptica. A partir de este dato se determina el cable de fibra óptica a adquirir, ya que el mismo deberá ser capaz de soportar la tensión y su propio peso para distancias entre postes y poste equivalentes por lo menos al vano máximo.

En el caso de la CLC y el subestación Jamondino, el tamaño del vano máximo es de 173.59 metros, por lo que se sugiere estandarizar que el cable de fibra óptica que se va a utilizar deberá soportar las tensiones y su propio peso en vanos de hasta 200 metros.

Adicionalmente para el tendido aéreo de fibra óptica se requiere los herrajes de suspensión y retención, si se presentan rectas extensas en el trayecto, se acostumbra la inclusión de herrajes de retención cada dos o tres postes en los que se utilizaron herrajes de suspensión.

4.4.5 Requerimientos para el enlace de fibra óptica.

Para el cálculo de un enlace óptico es necesario establecer la fibra óptica disponible en el mercado que cumpla con los requerimientos del sistema. Cabe recalcar que la necesidad imperante de la empresa en la actualidad es la transmisión de datos SCADA desde la subestación Jamondino y el CLC, debiendo las aplicaciones de video – vigilancia y de voz sobre IP se implementadas a futuro.

El requerimiento de velocidad de transmisión es pequeño en comparación a los manejados por fibras ópticas de altas capacidades, por lo que bastaría con la utilización de fibra óptica multimodo; sin embargo, la empresa pensando a futuro en la posibilidad de brindar a la comunidad nuevos tipos de servicios ha requerido que el enlace sea sobredimensionado para capacidades mayores a las requeridas, lo cual es posible con la utilización de fibra óptica monomodo.

Para el tramo entre el CLC y la subestación Jamondino se tiene una distancia efectiva a través de la ruta especificada de 4720 metros. Con 1755 metros en la ruta del circuito 41PA02, 1515 metros en la ruta del circuito 41PA03, y alrededor de 1450 metros en el circuito 47JA17, estos circuitos pertenecen a la línea de 13,8 kV.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones en el sector de normalización (UIT-T) ha publicado dos recomendaciones para tendidos aéreos de fibra óptica monomodo, los cuales se mencionan a continuación.

- **G.652: Características de las fibras y cables ópticos monomodo.** La recomendación G.652 describe las características geométricas, mecánicas y de transmisión de un cable monomodo diseñado para transmitir en la región de los 1310nm de longitud de onda en donde se tiene dispersión nula. Es ideal para transmitir en altas velocidades en distancias medias y largas.

Cuenta con cuatro variaciones de la norma, las cuales se detallan a continuación:

- 1) G.652.A: presenta los atributos y los valores recomendados para el soporte de aplicaciones que corren sobre sistemas de hasta STM -16.
- 2) G.652.B: contiene las características y valores recomendados para el soporte de aplicaciones de velocidades binarias de hasta STM – 64.
- 3) G.652.C: es semejante a la G.652.A, con la variación que permite transmisiones sobre un rango de longitudes de onda que va desde los 1360nm hasta los 1530nm.
- 4) G.652.D: es semejante a la G.652.B, pero permite trasmisiones sobre un rango de longitudes de onda que va desde los 1360nm hasta los 1530nm.

- **G.655: Características de fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada no nula (Non Zero DispersionShiftedFiber, NZDSF).** La recomendación G.655 describe a las fibras monomodo en las cuales el punto de dispersión cromática nula es desplazado a las longitudes de onda por encima o por debajo de los 1550m. Para estas longitudes de onda la dispersión cromática, si bien no se anula, es notoriamente baja.

Se comporta efectivamente en transmisiones de múltiples longitudes de onda a través de la misma fibra, específicamente para sistemas que utilizan la multiplexación por división en longitud de onda densa (DWDM, Dense WavelengthDivisionMultiplexing) y sistemas que utilizan la multiplexación por división de longitud de onda gruesa (CWDM, CoarseWavelengthDivisionMultiplexing). Son recomendadas para enlaces de larga distancia.

Si bien las características de transmisión de fibra que se ajusta a la norma G.655 presenta mejores prestaciones para el soporte de aplicaciones que demanda gran ancho de banda e inclusión de sistemas multiplexados, la capacidad requerida para los enlaces a diseñar a corto y a largo plazo no justifica la inclusión de este tipo de cable.

Adicionalmente, es poco probable que los enlaces de fibra óptica a futuro sean destinados para la prestación de servicios complementarios a las zonas aledañas debido a la dificultad de acceso a las mismas y al poco volumen poblacional que se presenta en estos sitios. Aun así, además de los hilos de reserva, se debe garantizar que la capacidad de canal estimada para cada enlace sea considerablemente mayor a la requerida.

Conjuntamente, el enlace de fibra óptica requerido por la empresa es de distancia media, con lo cual sería suficiente la utilización de un cable monomodo que cumpla con la recomendación G.652. Cuando un enlace de fibra óptica se encuentre en este

rango de longitud no es necesaria la inclusión de compensadores de dispersión en el trayecto, lo que encarecería el enlace y haría necesaria la utilización de un cable de fibra óptica que cumpla con la recomendación G.655 que es ideal para transmisión en altas velocidades para grandes distancias pero con un costo considerablemente mayor.

El enlace requerido por CEDENAR S.A. E.S. es de media capacidad, lo cual es analizado en el estudio de tráfico realizado anteriormente. Por tanto, es suficiente para las necesidades de la empresa la utilización de un cable que cumpla la recomendación G.652.

Dentro de la recomendación G.652, la más utilizada y recomendada es la G.652D, debido principalmente a que sobre la misma se soportan altas tasas binarias de transmisión de datos, y permite además transmisiones en un rango amplio de longitudes de onda adicionales que va desde los 1360nm hasta los 1530nm. Esta fibra se la conoce como pico de agua cero (ZWP, Zero WaterPeak), ya que los picos de atenuación causados por iones hidroxilo se eliminan casi en su totalidad gracias a procesos de fabricación que evitan toda posible fuente de agua, lo cual desemboca en un aumento de aproximadamente un 33% de capacidad extra.

En las Tabla 8 y Tabla 9 se presentan los requerimientos especificados por la UIT-T en la recomendación G.652D para cables de fibra óptica monomodo.

ATRIBUTOS DE LA FIBRA G.652.D		
ATRIBUTO	DATO	VALOR
Diámetro del campo modal	Longitud de onda	1310nm
	Gama de valores nominales	8,6 – 9,5 μm
	Tolerancia	$\pm 0,6 \mu\text{m}$
Diámetro del manto	Nominal	125,0 μm
	Tolerancia	$\pm 1 \mu\text{m}$
Error de concentricidad del núcleo	Máximo	0,6 μm
No circularidad del revestimiento	Máximo	1,0%
Longitud de onda de corte del cable	Máximo	1260 nm
Pérdida de macro flexión	Radio	30 mm
	Numero de vueltas	100
	Máximo a 1625 μm	0,1 dB
Prueba de tensión	Mínimo	0,69 GPz
Coeficiente de dispersión cromática	$\lambda_{0\text{min}}$	1300 nm
	$\lambda_{0\text{max}}$	1324 nm
	$S_{0\text{max}}$	0,092ps/nm ² .Km

Tabla 8. Características de la fibra monomodo según recomendación UIT-T G.652.D.

ATRIBUTOS DEL CABLE G.652.D		
ATRIBUTO	DATO	VALOR
Coeficiente de atenuación	Máximo de 1310 a 1625nm	1310nm
	Máximo de 1383nm \pm 3nm	8,6 – 9,5 μ m
	Máximo de 1550 nm	\pm 0,6 μ m
Coeficiente de PMD	M	20 cables
	Q	0,01%
	PMD _Q máximo	0,20 ps/KM ^{1/2}

Tabla 9. Características del cable según recomendación UIT-T G.652.D.

4.4.6 Determinación de los parámetros técnicos de los equipos.

De acuerdo a las características del enlace, la UIT-T elaboro la recomendación G.959.1: “Interfaces de capa física de red óptica de transporte, para el establecimiento de los parámetros técnicos requeridos por los equipos que formaran parte del enlace”.

La recomendación UIT-T G.959.1 tiene las siguiente interfaces ópticas para fibras monomodo: 2.5Gbps, 10Gbps y 40Gbps. El enlace a diseñar requiere una interfaz notablemente menor que los presentados por la recomendación, ya que en el análisis de trafico realizado anteriormente, la capacidad del canal requerida para el enlace necesita una interfaz de menor capacidad. Por tanto la interfaz óptica que se tomara como referencia es la de 2.5Gbps.

Como se analizo anteriormente se trabajara sobre fibra que cumpla con la recomendación G.652.D, la cual puede operar satisfactoriamente sobre la segunda (1310nm) y tercera (1550nm) ventana de transmisión.

La longitud de onda de trabajo tiene que ver directamente con la atenuación que se presentara en la transmisión, y por ende en la distancia máxima para el enlace. La distancia del enlace requerido por la empresa es media, por lo que si bien las transmisión en 1310nm se presenta una atenuación relativamente mayor a la presentada en los 1550nm, será suficiente para satisfacer las necesidades del presente proyecto. Por esta misma razón, no será necesario incluir amplificadores ópticos intermedio, además, porque estos, en su mayoría trabajan en la tercera ventana, lo que obligaría a que la transmisión se realice sobre dicha ventana.

Por lo anterior, se concluye trabajar sobre la interfaz P1S1-1D1 la cual es la interfaz óptica recomendada por la UIT-T G.959.1 para enlaces de fibra óptica que operan en los 1310nm y cumple con la recomendación G.652. (Tabla 10)

CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALORES
Velocidad binaria	Gbps	2.5
Tipo de fibra	-	G.652.D
TRANSMISOR S		
Tipo de transmisor	-	SLM (Laser de modo longitudinal)
Potencia máxima	dBm	0
Potencia mínima	dBm	-5
TRAMO OPTICO ENTRE EL TRANSMISOR S Y EL RECEPTOR R		
Atenuación máxima	dB	11
Atenuación mínima	dB	0
Máxima dispersión cromática en el límite superior de longitud de onda	ps/nm	± 140
Máxima potencia de entrada	dBm	0
Sensibilidad mínima	dBm	-26
BER	-	10 ⁻¹²

Tabla 10. Especificaciones técnicas de la interfaz óptica P1S1-1D1 de la recomendación UIT-T G659.1.

4.4.7 Cálculos generales para los enlaces de fibra óptica.[2][7]

Para garantizar que un enlace de fibra óptica se encuentre correctamente dimensionado se debe cumplir la siguiente relación que incluye todos los parámetros que influyen en la atenuación total del enlace:

$$P_T - n * \alpha_C - \alpha * D - \alpha_s * N_s - M_C - M_s \geq P_R$$

Ecuación 4. Potencia de recepción mínima.

Donde:

P_T = Potencia de transmisión [dBm]

- α_C = Atenuación debida al conector utilizado en la interfaz [dB]
- n = Numero de conectores de extremo a extremo del enlace
- α_e = Atenuación debida a los empalmes [dB]
- α = Atenuación debida a la longitud de la fibra óptica [dB/Km]
- D = Longitud efectiva de fibra óptica [Km]
- N_e = Numero de empalmes
- M_C = Margen de seguridad del cable de fibra óptica [dB]
- M_e = Margen de interfaz óptico de transmisión [dB]
- P_R = Potencia de recepción mínima [dBm]

Para los extremos del enlace se usaran conectores SC que son los empleados generalmente para la transmisión de datos, los cuales introducen perdidas de 0,4dB cada uno. Cabe señalar que para cada extremo del enlace se cuenta con un cable Patchcord a la salida del ODF, el cual servirá para la conexión con los equipos activos del sistema, por lo tanto, para el enlace se tiene la existencia de 6 conectores.

El margen de reserva para los equipos por envejecimiento y condiciones ambientales esta en el orden de 0,1 a 0,6 dB/Km; como la distancia del enlace requerido no sobrepasa los 5 kilómetros en su mayoría van a presentarse atenuaciones en el orden de los 2 a 3 dB. Se tomara como referencia para el cálculo el valor de 0,6dB/Km para el margen de reserva que constituye el peor de los casos. Y el margen de seguridad para los cables debido a futuras reparaciones está entre 1 y 2 dB.

En la actualidad, cuando se requiere la inclusión de empalmes a lo largo del trayecto de la fibra se utiliza la técnica de fusión, la cual incluye pérdidas que se encuentran en el rango de 0,01 a 0,2 dB. Cuando este es el caso, se debe incluir elementos de encapsulado, los cuales protegen a los empalme de los esfuerzos y de la contaminación.

Se procede a calcular la distancia máxima a la que se puede tener el enlace óptico sin necesidad de regeneración.

$$D_{max} \leq \frac{P_T - P_R - n * \alpha_C - \alpha_e * N_e - M_C - M_e}{\alpha}$$

$$D_{max} \leq \frac{-5[dBm] - (-26[dBm]) - 6 * 0,4[dB] - 2[dB] - 3[dB]}{0,4 \left[\frac{dB}{Km} \right]}$$

$$D_{max} \leq 34[Km]$$

Ya calculado esto se pueden validar los parámetros establecidos anteriormente debido a que, de acuerdo a la disposición geográfica del enlace requerido, este no sobrepasa este valor.

A continuación se calcula el valor de ancho de banda mínimo, que se obtendría para una distancia de 34Km, en el peor de los casos, así:

$$AB_{min} = \frac{0,5}{D * W_c * \Delta\lambda}$$

Ecuación 5. Ancho de Banda mínimo.

Donde:

D = Distancia máxima permitida para un enlace [Km]

W_c = Coeficiente de dispersión cromática de la fibra óptica [ps/nm.Km]

Δλ = Ancho espectral del laser [nm]

Para la fibra óptica que opera en el rango de los 1310nm de longitud de onda, el coeficiente de dispersión cromática posee valores de 4 o 5ps/nm.Km. De acuerdo a la norma G.652.D, el máximo valor para el coeficiente de dispersión cromática es de 5,3ps/nm.Km, y al ser este el peor de los casos, se tomara este valor para la realización de los cálculos.

Ahora, de acuerdo a la recomendación UIT-T G.959.1 se sugiere la utilización de fuentes laser que con anchos espectrales mínimos de 0,1nm que logren aumentar considerablemente el ancho de banda del enlace; sin embargo, debido a la distancia del tramo y las características del enlace requerido es suficiente la utilización de fuentes laser estándar cuyo ancho espectral varía entre 1 y 5nm.

$$AB_{min} = \frac{0,5}{34[Km] * 5,3 \left[\frac{ps}{nm} \cdot Km \right] * 5[nm]}$$

$$AB_{min} = 554.94[MHz]$$

Este valor es teóricamente el mínimo ancho de banda que se dispondrá para la distancia máxima soportable bajo las condiciones especificadas anteriormente. Cabe señalar que el cálculo efectuado tiene que ver con el ancho de banda que se dispondrá en el enlace, y no con el ancho de banda requerido.

Ahora bien, la distancia efectiva que recorrerá la fibra óptica será de 4720 metros, pasando en total a través de 98 postes usados para las líneas de 13,8kV. Debido a que los carretes nominales estándar se presentan en longitudes de cable de cuatro a cinco kilómetros, no se realizarán empalmes, por lo que no se incluyen pérdidas de este tipo.

Entonces, para el cálculo de atenuación se tiene:

$$-5[dBm] - 6 * 0,4[dB] - 0,4 * 4,720[Km] - 2[dB] - 3[dB] \geq -26[dBm]$$

$$-14.288[dBm] \geq -26[dBm]$$

Por tanto, al ser la potencia recibida mayor que la sensibilidad del receptor, el enlace es satisfactorio.

Y el ancho de banda resultante para el enlace es el siguiente:

$$AB = \frac{0,5}{4.720[Km] * 5,3 \left[\frac{ps}{nm} \cdot Km \right] * 5[nm]}$$

$$AB = 3,99[GHz]$$

4.4.8 Características técnicas de los equipos de red para la puesta en marcha del sistema de interconexión.

Ahora, se aclara que los switches ubicados en las dependencias a enlazar cumplen con los requerimientos para soportar el tráfico prioritario a transmitir en la actualidad que es el sistema SCADA, tanto del CLC, como el de la subestación Jamondino. Cuando la empresa presenta a futuro la necesidad de la inclusión de aplicaciones, deberá realizar la evaluación acerca de si los equipos de red utilizados podrán soportar las aplicaciones.

Debido al tipo de tráfico a transmitir, los equipos de red deben soportar gestiones de administración tales como: Ethernet para prestaciones en altas velocidades, manejo de prioridades en la transmisión de datos para las aplicaciones de audio y video sobre IP, configuración de redes VLAN, además, deberá ser capaz de trabajar sobre un entorno de calidad de servicio (QoS).

Todas las características requeridas para los switches son absolutamente necesarias para las gestiones de red a realizarse en el CLC y la subestación Jamondino al levantar los datos a través del enlace.

4.5 REQUERIMIENTOS.

Antes de iniciar con el desarrollo del proyecto el contratista deberá hacer una visita técnica en el sitio. Si los planos suministrados por la CEDENAR no corresponden a la realidad, o no existen, éstos deberán ser actualizados por el contratista.

Cuando se finalice la obra el contratista deberá entregar la documentación correspondiente para aprobación de la supervisión del contrato, de acuerdo con las siguientes características:

- Plano de la ruta de fibra entre nodo y nodo, especificando las ubicaciones de las reservas de fibra y la georeferenciación de cada estructura y empalme y en general todos los elementos que conformaran la solución.
- Copia de los cálculos aplicados a la solución.
- Cuadro de especificaciones de elementos y materiales.

4.5.1 Subsistema de campo

En este proyecto el subsistema de campo consta del tendido de fibra óptica dieléctrico autosoportado (ADSS) Monomodo con 8,3/125 μm núcleo/revestimiento, para la interconexión de las dos sedes en línea de postes de energía de media tensión por una distancia de 4720 metros.

El sistema de cableado de fibra óptica deberá superar los requerimientos mínimos del estándar ANSI/TIA/EIA-568-B.3 para componentes de fibra óptica utilizados en el cableado en ambientes de edificio, tales como cables, conectores, hardware de conexión, patchcords e instrumentos de prueba, y establece los tipos de fibra óptica reconocidos.

Se debe tener en cuenta las principales variables que se manejan dentro del suministro de las redes de fibra óptica:

- Vano máximo (span) del enlace: distancia máxima entre postes, que se van a tener en el enlace.

- Flecha máxima (sag) que soporta el cable: parte porcentual que respecto de catenaria que puede tener el cable respecto del vano. Esta variable es muy estable en ciudad (estándar flecha 1.5%).
- Campo Eléctrico asociado: Por lo general se necesita antitracking cuando la línea es de 115 kV, 230 kV y 500 kV.
- Herrajes de retención y de suspensión: Elementos ó accesorios usados para fijación del cable a la postería.

El Contratista es el único responsable por la correcta manipulación, transporte, instalación y pruebas del cable instalado.

Se debe cuidar de no sobrepasar, en ningún momento, el radio mínimo de curvatura (70 a 80 cms).

Tener especial cuidado en evitar los esfuerzos cortantes que pueden aparecer en las transiciones entre el cable y los empalmes de protección preformados, que se ponen bajo de retenciones, para lo que se procurará dar forma a estas protecciones de manera que sigan la misma dirección de la catenaria del cable.

Se debe cuidar el nivel de estrés mecánico durante la instalación, ya que el cable se puede dañar si se excede la tensión de tiro máxima permisible o el radio mínimo de curvatura que el fabricante especifique. Esto con el fin de eliminar por completo la posibilidad que ocurran deformaciones durante la instalación del cable y prolongar su vida útil.

Asegurarse que todos los cables de soporte de poste en las esquinas (riendas) y los extremos terminales se instalen y tensionen antes del tendido del cable.

Identificar cada poste con etiquetas de aviso de cable óptico, las cajas de empalme se pueden montar en postes.

Los herrajes típicamente provisionados en un proyecto que involucra cable de fibra del tipo ADSS se relacionan a continuación:

- Espárragos totalmente roscados y tuercas en anilla.
- Grilletes, distanciadores y ganchos espirales.
- Retenciones preformadas de anclaje y de suspensión.
- Amortiguadores.

Se debe tener en cuenta que CEDENAR tiene un sistema de comunicaciones ya existente y por lo tanto un sistema de red eléctrica compuesto por puesta a tierra, UPS, tableros, cables, breakers, tomas, ducterías y accesorios necesarios para el adecuado funcionamiento de los equipos.

En el caso que se requiera, el proponente deberá suministrar e instalar la infraestructura nueva, que soporte los requerimientos de carga exigidos siguiendo la normatividad vigente.

El tendido de redes de fibra óptica aérea se hará sobre infraestructura existente (potes de media tensión) siguiendo la ruta que se describe en el Anexo 4 de este documento y teniendo en cuenta todas las normas de construcción nacionales, internacionales y las relacionadas en este documento.

CEDENAR entregara el mapa geo-referenciado (coordenadas WGS84), de los apoyos por donde pasara el recorrido de la red de fibra, el contratista deberá validar y aprobar dicha ruta y plantear la ubicación de cajas, empalmes, reservas, y acometidas.

El contratista deberá identificar sitios o puntos en el recorrido que muestren fallas de instalación o signifiquen riesgo para el servicio, para hacer modificaciones al diseño inicial e instalar la fibra óptica sin complicaciones.

Se deben clasificar en:

- Alto riesgo: Son sitios donde existe riesgo o falla en la instalación que evidencian que en corto plazo se puede producir interrupción del servicio. (Ejemplos: poste bastante averiado que se mueve, realización de construcciones en las cercanías como carreteras, zona de alto riesgo, zonas expuestas a incendios, riesgo de inundación, etc.).
- Bajo riesgo: Son los sitios o puntos en la infraestructura donde se presentan fallas de instalación que pueden afectar el servicio sin producir la pérdida del mismo. (Por ejemplo un herraje no adecuado siempre que no sea generalizado, reservas mal acomodadas siempre que no sea generalizado, etc.).

El constructor de la red deberá realizar oportunamente los trámites necesarios para la obtención de permisos o servidumbres necesarias para la ejecución del proyecto e informar con anticipación a CEDENAR para aquellos casos donde se pueda ver afectado el desarrollo del proyecto.

El contratista deberá velar por el estricto cumplimiento de todas las normas de protección personal, seguridad industrial, señalización, manejo de tráfico, certificados

en alturas, afiliaciones de seguridad social, y en general todas las normas de HSE y las exigidas por las leyes Colombianas para los tipos de trabajos al desarrollo del proyecto.

La Fibra Óptica se entregará sobre los ODF que se instale en los dos puntos de enlace con terminación de conector SC/APC con el fin de realizar las conexiones físicas. Se deben realizar pruebas que garanticen la conexión y comunicación entre los dos puntos y hacer un informe donde señale la aceptación del tramo después del análisis de las pruebas de acuerdo al anexo 1 y los valores consignados en la tabla 1.

Es responsabilidad de CEDENAR la verificación metro a metro de la red y acompañamiento permanente en la construcción de la red, validando que el contratista haya marcado e identificado en el total del recorrido, los cables, cajas de empalme, racks, gabinetes, infraestructura, ODF's e hilos.

Los hilos en los ODF, así como los ODF, deben guardar un orden estándar para su fácil comprensión, siguiendo la disposición de la marcación física realizada. Adicionalmente se debe entregar el diagrama unifilar de la red estandarizado según el código de colores de la norma ANSI/EIA/TIA 598 A.

Se deberá tener en cuenta los puntos críticos a revisar relacionados a continuación:

- Revisión de instalaciones de origen y destino del cable de fibra óptica (central a central).
- Acomodo de cable en ductos y/o escalerillas.
- Revisión de ODF al inicio y final de ruta, así como su trayectoria dentro de centrales.
- Identificación del cable con datos como: nombre del enlace, capacidad del cable, tipo de cable, kilometraje de ruta, entre otras.
- Acomodo del cable en sótano, fosa de cables o acometida de cables al nodo: no cruzados con otros cables, suelto o en peligro de posible daño.
- Revisión de trayectoria e instalación de fibra óptica en posteria en zonas urbanas, suburbanas y rurales.
- Distancia de remate del cable de fibra óptica.
- Tipo de herraje utilizado.
- Instalación de tierras.

- Ubicación de reservas.
- Ubicación de cajas de empalme.
- Instalación de retenidas (flojas, faltante de guía de acero o si es necesaria la colocación de una nueva).
- Estado físico del poste si es de concreto: dañado por golpes, ubicado en propiedad privada, falta amacizado, entre otras; madera: quebrado, daño por golpe, quemado, ubicado en propiedad privada, flojo, de lado etc.

4.5.2 Reporte fotográfico

Anexar un reporte fotográfico general de la ruta, asociando un reporte total de los puntos de modificación necesarios y deseables, así mismo de todos los cruces con otras instalaciones, cruces especiales y cambios de dirección significativos. Se realizará también un reporte aleatorio (10 % del total) de las trayectorias normales (Herrajes, Postes, Retenidas, etc.).

4.5.3 Planos y medios ópticos

El oferente debe suministrar los planos de cada ejecución en medio digital (.dwg) e impreso que indiquen los puntos de localización e identificadores para: Enrutado y terminaciones del cableado horizontal.

- Las salidas/conectores de telecomunicaciones.
- Enrutado y terminaciones del cableado vertical.
- Diagrama de distribución y administración de Rack.
- Ubicación de salidas eléctricas reguladas/no reguladas y tableros de distribución.
- Diagrama unifilar.
- Diagrama de puesta a tierra para telecomunicaciones.
- Diagrama de equipos activos de la red, con esquema de conectividad (fibra óptica, UTP, apilamiento) y direccionamiento IP.

Se entregara toda la documentación en medio impreso, incluyendo diseño, catálogos y manuales de los fabricantes, la certificación de garantía del sistema de cableado y de los equipos activos, y demás documentos que sean pertinentes para el proyecto.

El contratista debe llevar y entregar registros fotográficos para:

- Nodos, que permitan identificar el ingreso y salida de la fibra. Deben incluir los comentarios que permitan tener claridad de lo que se puede observar en la foto así como la instalación de los ODFs y el tendido del cable.
- Fallas de instalación o puntos de riesgo clasificados, soportados con su respectiva foto y sus comentarios.
- Fotos que muestren el recorrido general con comentarios.
- Los registros fotográficos deben contener un número de identificación con el fin de realizar el seguimiento de solución pendientes y hallazgos.

4.4.5 Pruebas

Posterior a la fijación del cable de fibra en las cámaras y a la señalización o marcación de éste, se supervisará de punta a punta todo el tramo de cable instalado, con el fin de confirmar el buen estado de su instalación.

Se debe hacer el análisis respectivo de las mediciones ópticas entre nodos, las cuales deben cumplir con el protocolo de pruebas contenido en el Anexo 4.

Las pruebas mínimas que realizará el contratista son las siguientes:

- Atenuación por empalme.
- Dispersión cromática.
- Atenuación por kilómetro.
- Atenuación por conector.
- Potencia de Retorno Óptico.

4.6 ESPECIFICACIONES TECNICAS

4.6.1 Normatividad

El proyecto se debe regir a la normatividad que dictan los siguientes estándares:

- ANSI/TIA/EIA-568 B.3: especifica los requisitos mínimos para componentes de fibra óptica usados en el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales y campus. Estos componentes pueden ser: cables, conectores, hardware de conexión, cordones, jumpers y equipo de pruebas en campo para fibras monomodo y multimodo de 50/125 μm y 62.5/125 μm .
- UIT-T G.652: Características de las fibras y cables ópticos monomodo. Describe las características geométricas, mecánicas y de transmisión de un cable monomodo diseñado para transmitir en la región de los 1310nm de longitud de onda en donde se tiene dispersión nula.
- ANSI/EIA/TIA 598A: normas internacionales para la correcta identificación de los hilos de fibra han determinado los colores de los mismos. La norma ANSI/EIA/TIA 598A determina que el ordenamiento de los hilos se debe regir y el color de la cobertura exterior de cable según el tipo de fibra (monomodo o multimodo)
- ANSI/EIA/TIA 606 A Norma de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales.
- ANSI/EIA/TIA 607 Requisitos de unión, instalación y puesta a tierra para telecomunicaciones.

4.6.2 Fibra óptica – Backbone

- Fibra Óptica Monomodo con 8,3/125 μm núcleo/revestimiento
- Debe ser incluido el hardware de terminación de fibra Tipo (SC), tipo de empalme mecánico, rotatorio o de fusión.
- Debe soportar mínimo aplicaciones Gigabit Ethernet.
- La Longitud de Onda de la fibra debe cumplir 850/1300 nm.
- El Ancho de Banda de la fibra deberá mínimo cumplir los 500 Mhz/Km @ 850/1300nm.

- Debe presentarse la certificación de las pruebas realizadas por un laboratorio certificado para medir los parámetros DMD y EMBc en fibra óptica monomodo optimizada mínimo de 1G de acuerdo a las normas TIA-455 con sus respectivos resultados y gráficos.
- El forro del cable de la fibra debe tener clasificación Riser (OFNR) de acuerdo a UL 1666.
- Construcción dieléctrica, bloqueo de humedad y que permita su instalación siguiendo métodos y elementos típicos de fibras tipo LooseTube. Debe tener características de retardante a la flama.
- Serán certificadas por UL, para garantizar que los elementos ofrecidos han sido avalados por este laboratorio. Los elementos estarán identificados individualmente con el correspondiente logo de la prueba de laboratorio (UL), de forma permanente.

4.6.3 Transceiver J/E-PSW-FX-02(SC)

- Conversor de medio de fibra óptica a Fast Ethernet con dos puertos SM para fibra óptica TX-RX.
- Un puerto Fast Ethernet 10/100 (RJ-45)

4.6.4 Bandejas de Fibra Óptica

- Contar con 12 salidas dúplex con conectores SC- SC de acuerdo a los estándares:FOCIS-10TIA/EIA-568-B.3. Las bandejas deben estar aprovisionadas con todos los accesorios y elementos necesarios para la conectorización de todos los hilos de fibra de los enlaces backbone.
- Permitir la conexión de todas las salidas de fibra óptica identificadas en el panel, y con todos los requerimientos para facilitar la administración de la red, para cumplir con la norma ANSI TIA/EIA 606A.
- Traer sus respectivos accesorios para administrar la holgura de cada fibra, como para prever el manejo de una pulgada en el radio de curvatura de la fibra.

- Cumplir con estándar de 19" de 1 RU.

4.6.5 PatchCords de Fibra Óptica

- Compatibles con todos los sistemas de fibra Monomodo con 8,3/125.
- Tener un retardante de fuego de alta calidad y un recubrimiento tipo Tight Buffer en cada hilo de fibra.
- Estar disponibles en diversas longitudes y configuración de sus conectores SC-SC.
- Debe cumplir con los estándares internacionales correspondientes para fibras Monomodo con 8,3/125 y exceder las especificaciones del estándar TIA/EIA-568-B.3 e ISO/IEC 11801 OM3.
- Ser elaborados en fábrica y precertificados como estipula la TIA/EIA, deben venir en su bolsa original de empaque.

4.6.6 Equipos activos

Los equipos activos deben ser Ethernet apilables de 24 puertos de 10/100/1000 Mbps. de acuerdo con los requerimientos mínimos obligatorios y las cantidades establecidas en el Anexo 2. Deben incluir accesorios, hardware, software necesarios para su interconexión y apilamiento, se deben entregar configurados y en funcionamiento.

Debe tener como mínimo las siguientes características:

- Puertos Ethernet 10/100/1000, RJ45, detección automática, auto-MDI/MDIX
- Switch 24 puertos 10Base-T/100Base-T/1000Base-T, PoE (3 COM Prosafe 24 Port 10/100/1000 smart Port Switch with 4 Gigabit Ports)
- Los switches deben incluir 4 puertos Gigabit Ethernet para uso con módulos SFP para conexiones de fibra óptica los cuales pueden ser de uso dual (1000BASE-T o 1000BASE-SX/LX), y deben incluir 1 ranura para puerto 10 Gigabit Ethernet". Se deben incluir los respectivos módulos SFP.
- Dirección IP única e interfaces de administración para control

4.6.7 Patch Panel

- Los patchpanels serán certificados por UL Listed, para garantizar que los elementos ofrecidos han sido avalados por estos laboratorios. Los elementos estarán identificados individualmente con el correspondiente logo de la prueba de laboratorio (UL), de forma permanente y marcado directamente en el elemento.
- Permitir la incorporación de módulos y conectores en forma individual.
- Tener 19" de ancho y albergar como mínimo 24 tomas por Patch.
- Estar equipado para alojar en el mismo ensamble aparte de Jacks RJ45 Categoría 6 conectores de fibra óptica SC, ST, LC y/o cualquier conector de fibra óptica de nueva generación.
- Estar conformado por un herraje metálico, venir con los kits de tornillos para realizar su montaje sobre el rack.

4.6.8 Racks y organizadores

- El gabinete debe tener dimensiones de acuerdo al espacio del centro de cableado, estar construido en aluminio extruido asegurando continuidad eléctrica al ser armado e incluir los elementos como tornillos, arandelas, etcétera, que ayuden a hacer el fácil aterrizaje del rack; debe tener con capacidad de alojar equipos de hasta 19" de ancho y cumplir con los requerimientos de la EIA-310D. Medidas que deben ser cotejadas por el proponente.
- Los rieles deben incluir la identificación de cada una de las unidades de rack tanto en la parte frontal como en la parte posterior.
- Contar con organizadores verticales, con manejo de radios de curvatura para fibras ópticas y cobre.
- Tener organizadores horizontales de cableado delantero fabricado en material plástico, incorporar dedos para el control de radios de curvatura, debe ser de 1RU (unidad de rack) y de 19" estándar.
- La contención de los cables se debe realizar con cintillas tipo Velcro.

4.6.9 Marcación e identificación

- Cumplir con la norma TIA/EIA 606A.
- Los cables Horizontales y Verticales deben rotularse en cada extremo.

4.6.10 Puesta a tierra

- La puesta a tierra debe cumplir las siguientes especificaciones:
- Ser exclusiva para los equipos de telecomunicaciones, debe ir directamente conectada al barraje principal de la puesta a tierra existente, y debe seguir la normatividad ANSI/EIA/TIA – 607
- El conductor de unión entre cuartos de telecomunicaciones debe tener un calibre mínimo de 6 AWG.
- Los conductores de unión serán de cobre y aislados, color verde o verde amarillo, no deberán colocarse en conduits metálicos. Si es necesario hacerlo en un conduit de longitud mayor a 1 m, los conductores de unión deberán unirse al conduit en cada extremo con un cable No. 6 AWG mínimo.
- Los conductores de unión para telecomunicaciones deberán ser etiquetados. Las etiquetas no deben ser metálicas y se ubicaran lo más cerca posible del punto de terminación.
- El Conductor de Unión para Telecomunicaciones deberá unir la Barra Principal de Puesta a Tierra para Telecomunicaciones (TMGB) a la tierra del servicio eléctrico del edificio y deberá ser, como mínimo, del mismo calibre que conductor de unión vertical para telecomunicaciones (TBB).
- La barra de puesta a tierra de telecomunicaciones (TGB) debe ser certificada por UL (Underwriter Laboratories) de acuerdo al estándar BICSI/J-STD-606-A.
- El cable de conexión a tierra para aterrizaje del rack y equipos activos al sistema de tierra de telecomunicaciones debe ser UL listada o CSA registrada o IEC.
- Las rutas metálicas como bandejas, escalerillas, canaletas y tubos conduit, estarán debidamente aterrizadas al sistema de tierra de telecomunicaciones.

4.6.11 Ductos

- El ducto deberá ser de material PVC Rígido.
- Capacidad de llenado de los ductos para el diseño inicial debe ser del 40% con un crecimiento adicional del 20%.
- Este permite el enrutamiento de Fibra óptica.

4.6.12 Rutas

- Canaleta Perimetral metálica de 10x4 con división calibre 20, relación 60/40, pintura electroestática, con tapa de fijación por tornillo. Debe Incluir todos los elementos necesarios para su instalación y conformación como son curvas horizontales, verticales, derivaciones en T, en cruz, uniones y soportes.
- Tuberías en material tipo EMT rígido, retardante al fuego y baja emisión de gases tóxicos, tener un llenado inicial máximo del 40%, tramos menores o iguales a 30 metros, cumplir las mismas especificaciones de radios de curvatura de la canaleta. Dimensión mínima $\frac{3}{4}$ ".

4.7 TERMINOS DE REFERENCIA

Los Términos de Referencia son la base documental que especifica las condiciones generales y técnicas necesarias para el suministro, montaje, figurar, poner en funcionamiento e integrar el tramo de fibra óptica entre la subestación Jamondino y el Centro Local de Control ubicado en la sede de CEDENAR en la avenida los estudiantes.

En los términos de referencia se da a conocer el objeto del proyecto, las condiciones y restricciones de la solicitud de oferta, las obligaciones y fechas de cumplimiento para las actividades propuestas en dichos términos.

Los términos de referencia son la base que los proponentes deberán estudiar cuidadosamente, utilizando todos los medios disponibles para informarse a cabalidad del tipo de suministro y calidad del servicio solicitado.

Además en estos términos se da a conocer la validez de la oferta, la forma de pago, fechas de apertura y cierre de la cotización, cómo y cuando se deben hacer las entregas de las propuestas, las condiciones mínimas, las garantías, las condiciones

técnicas generales, el alcance de los trabajos, y como se hará la evaluación de las propuestas.

4.7.1 Condiciones de la solicitud de oferta.

Dentro de las condiciones de la solicitud de oferta se hace una presentación, en la cual se describe la necesidad de la empresa y los posibles elementos que se requieren para darle solución, los compromisos que adquirirán los proponentes a la oferta y sus derechos en cuanto a información y aclaración. Además se hace una corta presentación de la empresa y la legislación que rige sus contrataciones y convenios, como también las obligaciones legales de proponentes y sus inhabilidades.

Se dan a conocer los objetivos de la solicitud de oferta, en este caso es el suministro, montaje, figurar, poner en funcionamiento e integrar el tramo de fibra óptica entre la subestación Jamondino y el centro local de control en la Avenida Los Estudiantes, a través de la infraestructura eléctrica de CEDENAR S.A. E.S.P., y todas las actividades que esto conlleva, asimismo como todos los elementos necesarios para poner en funcionamiento dicho proyecto.

Se especifica el periodo de validez que deben tener las propuestas que se presenten. También se propone la forma de pago, es decir cómo se cancelara la totalidad del proyecto, que porcentaje se cancelará al iniciar el desarrollo del montaje y como serán completados los pagos hasta la terminación de dicho proyecto. Se informa la necesidad de la empresa de la presentación de las facturas o cuentas de cobro que cumpla con los requisitos de ley; las condiciones para la liquidación total del contrato, como la certificación del interventor donde conste que el servicio de los trabajos y que fueron recibidos a satisfacción.

Se dan fechas exactas para el inicio y el cierre de cotización y se aclara que durante el tiempo que permanezca abierta la cotización, CEDENAR S.A. E.S.P. se reserva el derecho de adicionar o modificar los términos de la misma mediante adeudos que serán enviados a todas las firmas invitadas.

Se informa como se debe hacer la entrega de la propuesta y en qué condiciones se deben entregar los documentos que contendrán las ofertas de cada proponente, es decir que las propuestas deben entregarse en dos ejemplares debidamente foliados, en sobres sellados y cerrados, marcados como "ORIGINAL" y "COPIA". Si hay discrepancia entre original y copia se eliminará la propuesta. Dentro de las propuestas deberán estar todos los datos de identificación de cada proponente.

CEDENAR S.A E.S.P. no considerará las ofertas que no se ajusten en su integridad a las disposiciones legales y a los términos de referencia y que afecten substancialmente los requisitos y requerimientos de estos.

Se menciona los requisitos mínimos que cada proponente deberá cumplir, como la carta de presentación firmada por el oferente o por el representante legal si se trata de persona jurídica o su delegado debidamente autorizado donde se indique el valor total de la propuesta, tiempo del suministro e instalación, forma de pago, un formulario de cantidades y precios, debidamente diligenciados, donde se debe especificar: Detalle, cantidad, Valor Unitario y Total.

Dentro de estos requisitos se especifica que las personas jurídicas deberán presentar certificado de Cámara de Comercio sobre existencia y representación legal del oferente, duración y objeto de la sociedad, cuya expedición sea máxima de 60 días antes de la presentación de las propuestas.

En cuanto a las garantías, en las condiciones de la solicitud de oferta se plantea que el oferente favorecido con la adjudicación deberá constituir a su costa y a favor de CEDENAR S.A. E.S.P. ante una compañía de seguros legalmente constituida en Colombia, una Garantía Única por los conceptos de cumplimiento y de calidad por los trabajos realizados.

CEDENAR S.A. E.S.P presenta la interventora a través de la designación efectuada por la Gerencia General, para realizar el control y supervisión del suministro y trabajos de instalación. El interventor será el representante directo de CEDENAR S.A. E.S.P. ante el contratista para todos los aspectos contractuales derivados de la ejecución del contrato. Asimismo se da las tareas del contratista.

Igualmente se explica que si por algún motivo se deben establecer ajustes a las propuestas y negociación de las mismas, siempre se tendrá en cuenta la propuesta que haya en su integridad presentado la mejor oferta para la Empresa.

Se exige una visita con los oferentes para efectos de mayor claridad en el alcance del suministro e instalación de la Fibra Óptica, la cual se planea con hora y fecha específica.

4.7.2 Condiciones técnicas generales.

En las condiciones técnicas generales se describe la parte física del enlace, es decir el estudio que se hizo de la distancia del recorrido del enlace, de igual manera como y

que se utilizara para hacer el montaje de dicho enlace. Se aclara que en caso de necesitar empalmes estos deben ser contemplados dentro de la propuesta y que la fibra se debe entregar totalmente iluminada en cada uno de sus extremos.

Se plantea el alcance de los trabajos, para el cumplimiento del objeto del contrato, y se consideran algunas actividades para el suministro e instalación de la fibra óptica. Se aclara que la propuesta debe incluir todos los accesorios necesarios para la instalación de la fibra en cada uno de los postes por donde se haga el recorrido, además si requiere realizar empalmes estos deben estar incluidos dentro de la propuesta.

Aquí se plantea equipos activos que se deben utilizar para el montaje del enlace, como Switchs, bandejas de fibra, PatchCords, etc. Y se explica que la fibra se debe entregar iluminada, y que la propuesta debe contemplar todos los elementos para que la fibra quede funcionando. Es decir que se exige que la propuesta deba ser llave en mano.

Dado que los trabajos a realizar tienen que pasar por predios de diferentes dueños por donde hace el recorrido la Fibra Óptica se exige que el proponente deba socializar la ejecución del proyecto y garantizarle a CEDENAR S.A. E.S.P. el no pago de servidumbre por efecto del servicio y suministro aquí solicitado.

4.8 BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACION

A diferencia de lo que se maneja en empresas privadas, las inversiones realizadas en las empresas públicas son evaluadas entorno a factores que tienen que ver con el servicio y bienestar general del usuario.

En el caso del presente proyecto, la realización del estudio para la implementación del enlace fibra óptica de CEDENAR S.A. E.S.P tiene como objetivo principal el mejoramiento de la prestación del servicio de energía eléctrica dentro de su área de operación, por tanto, no puede ser concebido directamente como una inversión que presente un beneficio económico directo, sino que tendrá que ser evaluado en función de la capacidad del mismo para suplir los objetivos del proyecto que no pueden ser valorados económicamente, tales como: disponibilidad de servicio, calidad del servicio, capacidad de reacción ante eventuales fallas del sistema, entre otros.

Al realizar en enlace de comunicación entre el CLC y la subestación Jamondino, es posible la transmisión de los datos generados en los procesos operacionales de estas dos dependencias con la ayuda de los procesos de automatización ya establecidos en las mismas; lo cual permite realizar el monitoreo y control en tiempo real de dichos procesos desde cualquier punto de la red, con lo cual, se consigue contrarrestar

efectivamente eventuales errores o fallas que puedan suceder en el funcionamiento de los sistemas de generación y transporte de energía.

Además, se logra cumplir a cabalidad con los requerimientos de acceso a la información planteados por la Comisión de Regulación de Energía y Gas.

5. CONCLUSIONES

Al establecer enlaces redundantes en un sistema de comunicación se aumenta el nivel de confiabilidad y disponibilidad en la transmisión de datos, ya que inmediatamente ante una eventual falla de alguno de ellos, mediante la gestión de la red, entra a operar el otro. En el diseño de este enlace, el enlace operativo será el de fibra óptica, mientras que el radio enlace puede constituir como un enlace de respaldo.

El análisis de la situación actual del sistema de comunicaciones de CEDENAR S.A. E.S.P. proporciono una visión general de las características y prestaciones de la red existente, a partir de lo cual se obtuvo un criterio de análisis para la integración del nuevo enlace.

El análisis del tráfico a transportar para el diseño de un enlace de comunicación es muy importante, ya que permite establecer la capacidad y las características de los equipos y materiales a utilizar en el enlace. Además, se debe proyectar el tráfico que deberá soportar a futuro, estimando el ancho de banda que será requerido por futuras aplicaciones a implementar, así como también de los potenciales nuevos usuarios que harán uso del enlace implementado.

Para el correcto dimensionamiento del tráfico a manejar por cada uno de los enlaces es necesario establecer el nivel y el método de compresión, tanto, para la voz como para el video sobre IP, el cual determinara la calidad y comportamiento de las aplicaciones mencionadas.

Al poseer CEDENAR S.A. E.S.P. el sistema de postes en toda el área de concesión lo más lógico fue plantear el tendido aéreo del cable de fibra óptica, tendido que presenta otro tipo de ventajas como su facilidad de instalación, menos costosa y sobre todo en caso de fallas en la transmisión de datos facilita la revisión y corrección de errores.

De acuerdo a las características del enlace de fibra óptica se estableció la utilización de cable aéreo tipo ADSS como el más conveniente en relación al cable OPGW y al Figura en "8", debido principalmente a su alta inmunidad de los efectos de los campos electromagnéticos, su fácil mantenimiento y su bajo costo.

De los 12 hilos de fibra óptica solo serán utilizados 2, dando la posibilidad de que en un futuro se establezcan nuevos servicios de telecomunicaciones para las comunidades aledañas a las instalaciones de CEDENAR S.A. E.S.P., lo cual sería ideal, debido a la poca accesibilidad que se presenta en algunas de las dependencias.

El costo de fibra óptico aéreo tipo ADSS, entre otros factores depende de la distancia entre poste y poste; es decir, en los tamaños del vano, por lo que se recomienda que si se tienen pocos tramos demasiado largos es más conveniente desde el punto de vista

económico, la inclusión de postes intermedios que si bien demanda costo, este es menor en comparación a la compra del cable aéreo de vanos largos.

El enlace requerido por CEDENAR S.A. E.S.P. fue catalogado como de media capacidad por lo que se determino la utilización de fibra óptica monomodo que cumpla con la recomendación UIT-T G.625D, además, se cuenta con la recomendación UIT-T G.959.1 que determina los aspectos operacionales de la interfaz física para el enlace de fibra óptica.

Los proyectos de inversión en las empresas públicas tienen otro tipo de objetivo en relación a las empresas privadas, ya que su razón de ser tiene que ver con la mejora de servicios, sean estos sociales o de bienestar general. Por lo tanto su evaluación va relacionada con el impacto que dicho proyecto genera en la sociedad o en la mejoría del servicio brindado por dicha empresa.

6. RECOMENDACIONES

Si bien, en el análisis de tráfico se realiza una previsión a futuro en relación a la capacidad a ser soportada por el enlace, se recomienda dejar un margen adicional de ancho de banda disponible, el cual evitar futuras complicaciones causadas principalmente por el surgimiento de nuevas aplicaciones tecnológicas que no pueden ser anticipadas en la actualidad.

Las rutas que fueron escogidas para el tendido del cable de fibra óptica se establecieron tomando en cuenta la disminución de riesgo de robos o sabotajes, al seguir principalmente los postes que alojan el sistema de distribución de energía eléctrica en alta tensión, lo cual brinda un mayor nivel de seguridad, por lo que se recomienda escoger el recorrido establecido.

Se recomienda a CEDENAR S.A. E.S.P. la implementación del enlace diseñado, debido a la capacidad de explotación de nuevas aplicaciones de voz y de video que es posible transmitir a través de los mismos.

Para evitar cualquier tipo de complicación, surgida a partir de la pérdida de datos durante la transmisión, es recomendable establecer sistemas locales de respaldo de la información generada y procesada en sus dependencias.

En cuanto a la puesta en marcha de los enlaces de fibra óptica diseñados, la empresa proveedora deberá realizar las pruebas y evaluaciones del enlace que garantice su calidad y un nivel de señal que cumpla con los requerimientos especificados por las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Luego de la calificación técnica de cada una de las propuestas presentadas por las empresas ofertantes, es importante tener en cuenta el momento de la contratación, la garantía ofrecida para la implementación del enlace diseñado; así como también, es recomendable el análisis de experiencia y capacidad de la empresa adjudicada en la consecución de proyectos similares.

REFERENCIAS

- JARDÓN AGUILAR, Hildeberto y LINARES Y MIRANDA, Roberto. Sistemas de comunicaciones por fibras ópticas. Pág. 5
- VARGAS, Ibrahín Alonso, Sistema de fibra óptica. Pág. 8
- TOMASY, Wayne, Sistemas de comunicaciones Electrónicas. Cuarta Edición. Prentice Hall. 2003. Pág. 423
- CHOMYCZ, Bob, Instalaciones de Fibra Óptica: Fundamentos, Técnicas y Aplicaciones. Editorial McGraw Hill, 1998. Pags.16 ,18
- Disponible en línea: http://www.dei.uc.edu.py/tai98/Fibras_Opticas/perdidas9.htm
- SANZ, José Martín. Comunicaciones Ópticas. Tercera Edición. Paraninfo S.A. 1996
- LLUMIQUINGA GUAYASAMIN, Dany Santiago. Análisis y diseño del sistema redundante de fibra óptica Quito – Guayaquil para la red TELCONET S.A. Quito, 2008.
- ROMAN VASQUEZ, Roberto Xabier. Diseño de la ampliación de la red de comunicación de EMELNORTE utilizando fibra óptica y tecnología inalámbrica.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones.

ANEXOS

ANEXO No 1. TERMINOS DE REFERENCIA

CEDENAR S.A. E.S.P.

TERMINOS DE REFERENCIA

OBJETO

SUMINISTRO DE MATERIALES, MONTAJE, FIGURAR, PONER EN FUNCIONAMIENTO E INTEGRAR EL TRAMO DE FIBRA OPTICA ENTRE LA SUBESTACION JAMONDINO Y EL CENTRO LOCAL DE CONTROL UBICADO EN LA SEDE PRINCIPAL DE CEDENAR S.A E.S.P. AVENIDA DE LOS ESTUDIANTES EN LA CIUDAD DE PASTO.

San Juan de Pasto

RECOMENDACIONES INICIALES

1. Lea cuidadosamente el contenido de este documento.
2. Verifique que no este incurso en ninguna de las causales de inhabilidad e incompatibilidad generales ni especiales para contratar, especialmente las contempladas en nuestro ordenamiento jurídico.
3. Cerciórese que cumple las condiciones y reúne los requisitos aquí señalados.
4. Proceda a reunir toda la información y documentación exigida y verifique la vigencia de aquella que la requiera.
5. Siga las instrucciones que se imparten en estos términos de referencia para la elaboración de su propuesta.
6. Revise la póliza de seriedad de su propuesta y verifique que:
 - Sea otorgada a favor de Cedenar S.A E.S.P, relacionando correctamente el NIT de la misma 891200200-8
 - Como tomador, figure su razón social completa.
 - El valor asegurado corresponda al fijado en este documento.
 - El Objeto y el número de la misma coincidan con el de la presente Convocatoria.
 - Este suscrita por el TOMADOR- AFIANZADO.
7. Identifique su propuesta, tanto el original como las copias en la forma indicada en este documento.
8. Tenga presente la fecha y hora previstas para el cierre del presente proceso. **EN NINGUN CASO SE RECIBIRAN PROPUESTAS FUERA DEL TIEMPO PREVISTO.**
9. Toda consulta deberá formularse por escrito. No se atenderán consultas personales ni telefónicas. Ningún convenio verbal con personal de Cedenar S.A E.S.P., antes o después de la firma del contrato, podrá afectar o modificar ninguno de los términos y obligaciones aquí estipuladas.
10. Los proponentes, por la sola presentación de su propuesta, autorizan a la entidad para verificar toda la información que en ella suministren.
11. Cuando se presente inexactitud en la información suministrada por el proponente o en la de uno de los miembros del consorcio o de la unión temporal, Cedenar S.A E.S.P., podrá rechazar la propuesta. Esto operara única y exclusivamente si la inexactitud incide en la calificación o permite cumplir un factor excluyente.

12. Toda comunicación enviada por los proponentes deberá ser dirigida al Gerente de Cedenar S.A E.S.P. Calle 20 No. 36-12 Avenida los Estudiantes, <http://www.cedenar.com.co>, teléfono 7336900 de la ciudad de Pasto.

13. La presentación de la propuesta por parte del oferente constituye evidencia de que se estudiaron completamente las especificaciones técnicas, formatos y demás documentos; que recibió las aclaraciones necesarias sobre las inquietudes o dudas previamente consultadas y que ha aceptado que estos Términos de Referencia son completos, compatibles y adecuados para identificar el alcance del servicio que se prestara y que ha tenido en cuenta todo lo anterior para definir las obligaciones que se adquirieren en virtud del contrato que se celebrara.

14. Asegúrese de no estar reportado en el Boletín de Responsables Fiscales de la Contraloría General de la Republica.

15. Verifique previamente que se encuentre al día en el pago de aportes parafiscales, contrato de aprendizaje y/o cuota de monetización, Fondo de la Industria y de la Construcción, FIC, ya que Cedenar S.A E.S.P. se reserva el derecho de verificar la información suministrada.

16. El proponente sufragara todos los costos relacionados con la preparación y presentación de su oferta. Cedenar S.A E.S.P. no será responsable en ningún caso de dichos costos, ni habrá derecho a reclamación alguna por los mismos.

CRONOGRAMA

El proceso de selección es el siguiente:

- Publicación y Consulta del Proyecto de Pliego de Condiciones.

Lunes 11 de Febrero de 2013

Pagina web [http:// www.cedenar.com.co](http://www.cedenar.com.co)

- Manifestación de interés para participar en el proceso de selección

Lunes 18 de Febrero de 2013

Por escrito al correo amallama@cedenar.com.co o en físico a la oficina de administración documental. Calle 20 No. 36-12 Avenida los Estudiantes.

- Audiencia de Aclaraciones

Lunes 4 de Marzo de 2013

Reunión 10:00 am. Auditorio General de Cedenar

- Audiencia de Riesgos

Lunes 11 de Marzo de 2013

Reunión 10:000 am. Auditorio General de Cedenar

- Publicación y consulta del Pliego de Condiciones Definitivo.

Lunes 18 de Marzo de 2013

Pagina web <http://www.cedenar.com.co>

- Oportunidad para Solicitar Aclaraciones y Modificaciones.

Lunes 25 de Marzo de 2013

Por escrito al correo amallama@cedenar.com.co

- Plazo para presentar Propuestas.

Lunes 15 de Abril de 2013 Hasta las 11:00 a.m.

Oficina de administración documental. Calle 20 No. 36-12 Avenida los Estudiantes

- Plazo de Evaluación de las Propuestas

Lunes 29 de Abril de 2013

- Publicación del Informe de Evaluación

Lunes 6 de Mayo de 2013

Pagina web <http://www.cedenar.com.co>

- Firma del contrato.

Martes 14 de Mayo de 2013

Oficina de Dirección Cedenar S.A E.S.P. Calle 20 No. 36-12 Avenida los Estudiantes

INVITACION No. 01 DE 2013

TERMINOS DE REFERENCIA PARA EL SUMINISTRO DE MATERIALES, MONTAJE, FIGURAR, PONER EN FUNCIONAMIENTO E INTEGRAR EL TRAMO DE FIBRA OPTICA ENTRE LA SUBESTACION JAMONDINO Y EL CENTRO LOCAL DE CONTROL UBICADO EN LA SEDE PRINCIPAL DE CEDENAR S.A E.S.P. AVENIDA DE LOS ESTUDIANTE EN LA CIUDAD DE PASTO.

CAPITULO 1

1.1 OBJETO

Cedear S.A E.S.P, solicita ofertas que cumplan con los requisitos y especificaciones requeridas en el presente documento para EL SUMINISTRO DE MATERIALES, MONTAJE, FIGURAR, PONER EN FUNCIONAMIENTO E INTEGRAR EL TRAMO DE FIBRA OPTICA ENTRE LA SUBESTACION JAMONDINO Y EL CENTRO LOCAL DE CONTROL UBICADO EN LA SEDE PRINCIPAL DE CEDENAR S.A E.S.P. AVENIDA DE LOS ESTUDIANTE EN LA CIUDAD DE PASTO, Los precios que ofrezcan los proponentes deben comprender todos los gastos en que se incurra por mano de obra, prestaciones sociales, equipo, herramientas generales, impuestos de cualquier naturaleza y orden, dirección y administración y la utilidad del proponente. El proponente elegido deberá asegurar la permanente disponibilidad del personal de técnico competente y necesario, para ejecutar las actividades, como también el suministro de los materiales. El contrato no podrá ser cedido y su responsabilidad es de la empresa que firme con Cedear S.A E.S.P. Los ítems de suministro e instalación, revisión y retiro, cotizados en el Anexo No 2, deberán entregarse con APU de cada actividad (en medio magnético) y sus precios no serán reajustables; las actividades de servicios que no se encuentren en el Anexo No. 2 y que se ejecuten en las instalaciones de Cedear S.A E.S.P, deberán ser aprobadas por la Interventoría de Cedear S.A E.S.P, antes de realizarse.

1.2 INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE

La empresa responsable de realizar el trabajo, tiene a disposición un lugar para gestión interna de administración. EL CONTRATISTA.

1.3 LUGAR

Las labores del presente contrato serán ejecutadas en las instalaciones de Cedear S.A E.S.P. la cual esta conformada dos sedes una ubicada en el Centro local de Control en la Calle 20 No. 36-12 Avenida los Estudiantes y la otra al oriente de la ciudad en el sector de Jamondino.

1.4 PRESUPUESTO A CONTRATAR

Cedemar S.A E.S.P., ha estimado el presupuesto para el objeto de la presente invitación en la suma de ochenta millones de pesos m/c (\$80.000.000) incluidos todos los impuestos, para los cuales la Cedemar S.A E.S.P., podrá aprobar parcial o totalmente la oferta de cada proponente y podrá seleccionar a uno o mas proponentes para la ejecución del contrato.

1.5 PRESENTACION DE PROPUESTAS

Las propuestas serán entregada en la oficina de Administración Documental en la Calle 20 No. 36-12 Avenida los Estudiantes, donde serán radicadas las propuestas; estas deben entregarse con 1 original, 2 copias físicas y una magnética, en sobre de Manila sellado tamaño oficio, posteriormente se levantara un acta firmada por el jefe de Administración Documental, el Asesor Jurídico o su delegado y el Director o su delegado, en la que se indicaran los nombres de los proponentes, el numero de folios de cada propuesta y las observaciones que se presenten.

1.6 PRESENTACION Y CONTENIDO DE LAS PROPUESTAS

La propuesta deberá referirse y sujetarse a cada uno de los puntos contenidos en los términos de referencia y deberá:

- Presentarse personalmente por el proponente.
- Presentarse por escrito por medio impreso anexando medio magnético, junto con los documentos que la acompañan, en original y dos (2) copia del mismo tenor, debidamente foliadas, empastadas o argolladas, en un mismo sobre, cerrados y sellados, indicando si es original o copia, marcados exteriormente con el nombre del proponente, antes de la fecha fijada para el cierre de las propuestas.
- Tanto el original como las copias deberán estar foliadas en orden consecutivo y contener un índice de la información presentada. La propuesta deberá incluir los documentos solicitados y cumplir con las instrucciones contenidas en estos términos de referencia. La propuesta no podrá tener enmendaduras. En caso de disparidad entre el original y las copias de la propuesta solo tendrá validez lo que conste en el original. NO SE ACEPTAN PROPUESTAS ENVIADAS POR CORREO ELECTRONICO, NI FAX, COMO TAMPOCO PRESENTADAS FUERA DEL TERMINO ESTABLECIDO, NI EN LUGAR DIFERENTE.

CAPITULO 2: CONDICIONES ESPECÍFICAS

2.1 REQUISITOS PARA PARTICIPAR EN LA PRESENTE INVITACION

Para participar en la presente invitación, cada proponente deberá cumplir previamente los siguientes requisitos y anexar los documentos respectivos que acrediten lo solicitado:

2.1.1 INHABILIDADES E INCOMPATIBILIDADES

Para participar en el presente proceso de contratación se deberá ser legalmente capaz y no encontrarse incurso en las inhabilidades e incompatibilidades para contratar, de acuerdo con lo establecido en la constitución y la ley. Para poder participar en esta convocatoria, los proponentes deberán estar inscritos, clasificados y calificados en la Actividad de Proveedores, en la especialidad y grupo correspondiente al objeto de esta convocatoria. Los proponentes deben estar como mínimo inscritos, clasificados y calificados en el Registro Único de Proponentes de la Cámara de Comercio, como CONSTRUCTOR en las siguientes especialidades y grupos: Especialidad 103: SISTEMAS DE COMUNICACIONES Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, Grupo 01 - 05: CENTRALES, REDES Y ANTENAS, Especialidad 105: MONTAJES ELECTROMECHANICOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, Grupo 07: REDES DE DISTRIBUCION AEREAS Y SUBTERRANEAS.

2.1.2 CONSORCIO Y/O UNION TEMPORAL

Cedemar S.A E.S.P., acepta la presentación de propuestas bajo las figuras de Consorcio o Unión Temporal, siempre y cuando las mismas estén constituidas de acuerdo con la Ley, atendiendo las siguientes observaciones.

- a. Indicar si su participación es a título de consorcio o de unión temporal.
- b. Suministrar documento de constitución del consorcio o unión temporal.
- c. Designar la persona que, para todos los efectos representara al consorcio o unión temporal y señalar las reglas básicas que regulan las relaciones entre ellos y su responsabilidad.
- d. Las personas naturales o jurídicas que integran el consorcio o unión temporal deben cumplir los requisitos legales y acompañar los documentos requeridos en los presentes términos de referencia como si fueran a participar en forma independiente.

e. La propuesta deberá estar firmada por el representante que hayan designado para tal efecto, las personas naturales o jurídicas que lo integran, caso en el cual deberá adjuntarse el documento que lo acredite como tal.

f. Los integrantes del consorcio o la unión temporal no pueden ceder sus derechos a terceros sin obtener la autorización expresa de la Dirección de Cedenar S.A E.S.P. y en ningún caso podrá haber cesión del contrato entre quienes integran el consorcio o unión temporal sin la autorización de Cedenar S.A E.S.P. El objeto social de cada uno de los integrantes del consorcio o unión temporal debe corresponder al objeto de la invitación.

2.1.4 PERSONAS JURIDICAS, CONSORCIOS Y/O UNIONES TEMPORALES

Tratándose de personas jurídicas que oferten directamente o que integren uniones temporales o consorcios, estas deberán estar constituidas con anterioridad a la fecha de la presente invitación con una constitución no menor a tres (3) años y su término de duración debe ser por lo menos igual o superior a tres (3) años y deberán anexar el certificado de existencia y representación legal expedido por la Cámara de Comercio, en el cual conste el nombre y facultades de su representante legal, el objeto social de la persona jurídica y su razón social. Cuando el representante legal de la sociedad se halle limitado en sus facultades para contratar y comprometer a la sociedad, deberá presentar autorización por el correspondiente órgano de dirección, para presentar la propuesta a que hacen referencia esta.

2.1.5 PERSONAS JURIDICAS PÚBLICAS O PRIVADAS DE ORIGEN EXTRANJERO

Acreditar principio de Reciprocidad.

2.2 DOCUMENTOS DE VERIFICACION JURIDICA.

La propuesta deberá contener además de los requisitos y documentos necesarios para soportar la información suministrada, como mínimo los siguientes documentos:

2.2.1 CARTA DE PRESENTACION DE LA PROPUESTA.

La carta de presentación de la propuesta debe estar firmada por el representante legal e indicando su nombre y número de identidad.

Esta carta debe ser diligenciada en forma clara y legible, y en ella el proponente deberá manifestar que no está incurso en ninguna de las inhabilidades e incompatibilidades previstas en la Constitución y en la ley para la presentación de la propuesta, ni para celebración del contrato y que en caso de sobrevenir alguna inhabilidad o incompatibilidad se hará responsable frente a Cedenar S.A E.S.P. y frente a terceros por los perjuicios que se ocasionen.

2.2.2. CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACION

Cuando el proponente o los miembros del consorcio y/o de la unión temporal sea(n) personas jurídicas, deberá anexar cada uno certificado de existencia y representación legal expedido por el órgano competente, y si de dicho documento se desprende que las facultades del representante legal están restringidas, deberá anexar la autorización encaminada a la presentación de la oferta, la intervención dentro de la presente invitación y la suscripción del contrato en el evento que resulte favorecido, expedida por el correspondiente órgano de dirección.

Estos certificados deben ser expedidos con anterioridad igual o inferior a 30 días a la fecha de esta invitación.

2.2.3. DOCUMENTO QUE ACREDITE LA CONFORMACION DEL CONSORCIO O UNION TEMPORAL, SI ES DEL CASO.

Cuando dos o más personas presenten propuestas conjuntas, ya sea a través de la figura del consorcio o de la unión temporal, deberán, ajustarse a lo dispuesto por la ley y se deberá anexar además del certificado de existencia y representación legal de cada uno de los integrantes, un acta que debe contener la siguiente información:

- Objeto del consorcio y/o unión temporal, que será el mismo del contrato.
- Tiempo de duración del consorcio y/o unión temporal, el cual no podrá ser inferior al término del contrato y un (1) año más.
- Nombre del representante legal del consorcio y/o unión temporal, indicando sus facultades y limitaciones.
- Manifestación clara y expresa sobre responsabilidad solidaria e ilimitada de los miembros del consorcio, y limitadas para las uniones temporales, de acuerdo con la participación de sus miembros durante la ejecución del contrato.
- Porcentaje de participación de cada uno de los integrantes del consorcio y/o unión temporal.
- Manifestación expresa de que las partes integrantes no podrán revocar el consorcio o unión temporal durante el tiempo de ejecución del contrato, y dos años más, como también que ninguna de ellas no podrá ceder su participación en el consorcio o unión temporal a los demás integrantes.
- Manifestación bajo la gravedad del juramento de no haber sido sancionado con caducidad administrativa dentro de los cinco (5) años anteriores a la presente invitación.

2.2.4. PERSONA JURIDICA

Tratándose de una persona jurídica que actúa por medio de apoderado, este deberá acreditar dicha calidad mediante la presentación del poder debidamente otorgado, que se le haya conferido para todos los efectos de este concurso.

2.2.5. INFRAESTRUCTURA Y DOTACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

La infraestructura y dotación de equipos y herramientas con que cuenta el proponente para la prestación del servicio, entendiéndose como tal, su domicilio comercial y los equipos y elementos que se requieren para atender en debida forma su objeto social y el servicio para el cual esta participando.

2.2.6. CERTIFICACIONES EXPEDIDAS POR EL REPRESENTANTE LEGAL

Certificaciones expedidas por el Representante Legal de todas las empresas que hayan celebrado con el proponente contratos cuyo objeto sea el mismo al que esta por contratarse, y que se hubieren suscrito y ejecutado durante los cinco (5) últimos años, con indicación de: Nombre y NIT de la entidad contratante, nombre y NIT de la entidad contratista, dirección y teléfono de la entidad contratante, numero del contrato, objeto (el cual debe estar relacionado con el de la presente convocatoria), calidad y cumplimiento del servicio (excelente, bueno, regular, deficiente), tiempo de prestación del servicio (indicando fecha de inicio y terminación), valor del contrato, fecha de expedición del certificado (con firma, cargo y cedula de la persona que firma el certificado).

2.2.7. CERTIFICACION DE PAGO DE APORTES A EMPLEADOS

Certificación de pago de los aportes a sus empleados. De conformidad con el artículo 50 de la ley 789 de 2002, el proponente deberá acreditar el pago de los aportes de sus empleados a los sistemas de salud, riesgos profesionales, pensiones, y aportes a las cajas de compensación familiar, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Servicio Nacional de Aprendizaje, cuando a ello haya lugar, mediante certificación expedida por el revisor fiscal, cuando este exista de acuerdo con los requerimientos de ley, o por el representante legal, durante un lapso equivalente al que exija el respectivo régimen de contratación para que se hubiera constituido la sociedad, el cual en todo caso no será inferior a los seis (6) meses anteriores a la celebración del contrato. En el evento en que la sociedad no tenga mas de seis (6) meses de constituida, deberá acreditar los pagos a partir de la fecha de su constitución.

2.2.8. CERTIFICADO DEL REGISTRO UNICO TRIBUTARIO (RUT)

Para efectos de conocer el régimen al que pertenece el proponente, deberá anexarse el RUT. Para los Consorcios o Uniones Temporales, deberá presentarse el correspondiente a cada uno de sus integrantes. Cedenar S.A E.S.P., se reserva la facultad de requerir al proponente para que subsane las informalidades en que incurra en la anterior documentación.

2.2.9. CERTIFICADO DEL REGISTRO UNICO DE PROPONENTES (R.U.P)

Copia del certificado expedido por la Cámara de comercio, clasificados como CONSTRUCTOR en las siguientes especialidades y grupos:

Especialidad 103: SISTEMAS DE COMUNICACIONES Y OBRAS COMPLEMENTARIAS
Grupo 01 - 05: CENTRALES, REDES Y ANTENAS Especialidad 105: MONTAJES ELECTROMECAVICOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS Grupo 03: SUBESTACIONES DE ENERGIA Grupo 07: REDES DE DISTRIBUCION AEREAS Y SUBTERRANEAS

2.2.10. RELACION DE MULTAS Y SANCIONES

El proponente deberá presentar escrito que relacione las multas y sanciones por incumplimiento que se le hayan impuesto en los últimos cinco (5) años.

2.2.11. GARANTIA DE SERIEDAD DE OFERTA

La garantía de Seriedad de la Oferta, por valor equivalente al 10% del valor del presupuesto oficial y una vigencia de noventa (90) días, contados a partir de la fecha de presentación de la propuesta. En caso de ampliación del plazo, el oferente se compromete a ampliar la garantía por el mismo término contado desde la fecha de dicha modificación. La póliza o garantía deberá tomarse con el nombre o razón social que figura en el Certificado de Existencia y Representación Legal, y no solo con su sigla, a no ser que en el referido documento se exprese que la sociedad podrá denominarse de esa manera. Cuando la propuesta se presente en Consorcio o Unión Temporal, la póliza deberá tomarse a nombre de sus integrantes.

2.2.12 CUBRIMIENTO DE LA GARANTIA DE SERIEDAD

La garantía de seriedad de la oferta cubrirá los perjuicios derivados del incumplimiento del ofrecimiento, en los siguientes eventos:

- a. La no suscripción del contrato sin justa causa por parte del proponente seleccionado.

b. La no aplicación de la vigencia de la garantía de seriedad de la oferta cuando el termino previsto en los pliegos para la adjudicación del contrato se prorrogue o cuando el termino previsto para la suscripción del contrato se prorrogue, siempre y cuando esas prorrogas no excedan un termino de tres meses.

c. La falta de otorgamiento por parte del proponente seleccionado, de la garantía de cumplimiento exigida por la entidad para amparar el incumplimiento de las obligaciones del contrato.

d. El retiro de la oferta después de vencido el termino fijado para la prestación de las propuestas.

2.2.13 CERTIFICADO EXPEDIDO POR LA CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA

El proponente y cada uno de los miembros del consorcio o unión temporal, según el caso, deberá anexar el certificado expedido por la Contraloría General de la Republica vigente donde conste que no a parece reportado en el boletín de responsables fiscales y en todo caso, la Entidad se reserva el derecho de verificar la información aportada.

2.2.14 ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS Y FISCALES.

El proponente nacional o extranjero deberá presentar sus antecedentes disciplinarios y fiscales con los entes de control estatal, PROCURADURIA, vigentes para el momento de presentación de la propuesta.

2.3. DOCUMENTOS DE VERIFICACION FINANCIERA.

2.3.1 COPIA DE ESTADOS FINANCIEROS

Copia de los estados financieros a Diciembre 31 de 2011 de la firma proponente, acompañado de sus notas, debidamente certificados por contador publico y/o revisor fiscal anexando para tal efecto la tarjeta profesional, de acuerdo con lo establecido por la Ley 43 de 1990 y firmado por el representante legal. Para presentar los estados financieros, el proponente debe tener en cuenta los siguientes aspectos: El balance General debe ser presentado clasificando los Activos en: activos corrientes, activos no corrientes; los pasivos en: pasivos corrientes y no corrientes, y el patrimonio en las cuentas que lo conforman. Las personas naturales o jurídicas extranjeras deben presentar sus estados financieros, consularizados y visado por el Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia, acompañados de traducción oficial al castellano, expresados a la moneda funcional colombiana, a la tasa de cambio de la fecha de cierre de los mismos (indicando la tasa de conversión). Los Estados Financieros traducidos al castellano y expresados en moneda funcional colombiana deben ser

avalados por contador público colombiano y el representante legal o apoderado. Las disposiciones de estos pliegos de condiciones en cuanto a proponente extranjeros se refieren, regirán sin perjuicio de lo pactado en tratados o convenios internacionales. Cuando el proponente extranjero sin domicilio o sucursal en Colombia provenga de un país que hace parte de la Convención sobre la abolición de requisitos de legalización para documentos públicos extranjeros, no se requiere de la consularización a que se refiere en el párrafo anterior, sino que será suficiente que los documentos se adicionen con el certificado de apostilla por parte de la autoridad competente del país donde se origina el documento.

El dictamen a los estados financieros será analizado y verificado así:

1. Dictamen limpio: Se acepta.
2. Dictamen con salvedades: Se rechazara
3. Dictamen negativo: Se rechazara.
4. Abstención de dictamen: No será aceptado causara el rechazo de la oferta.

Así mismo, de acuerdo a lo dispuesto del artículo 37 y 38 de la ley 222 de 1995, quien certifica los estados financieros no puede dictaminar los mismo. Tendiendo en cuenta que el dictamen debió haber sido expedido en el momento en que el máximo órgano social de la persona jurídica o la persona natural aprobó los estados financieros para la presentación de la respectiva declaración de renta, el documento presentado deberá ser una fotocopia de ese dictamen. CAPACIDAD FINANCIERA. El proponente debe diligenciar el formato adjunto denominado EVALUACION FINANCIERA PROPONENTE. Se evaluarán los estados financieros a Diciembre 31 de 2012. Este factor analiza la capacidad financiera del proponente para realizar la gestión del trabajo propuesto en la invitación a cotizar y se realizara conforme a: Índice de propiedad (Patrimonio / Activo total) Rotación del Activo (Ingreso operacional /Activo total) Razón Corriente (Activo corriente/Pasivo corriente) Margen neto. (Utilidad neta/Ingresos operacionales)

CAPITULO 3 ESPECIFICACIONES TECNICAS

3.1. PROPUESTA TECNICA

El oferente deberá presentar una propuesta que incluya los siguientes aspectos:

Suministro e instalación, mano de obra, Retiro, Revisión. Según Anexo 2: FORMUALRIO DE CANTIDAD DE OBRAS.

3.2. CAPACIDAD TECNICA Y OPERATIVA

El proponente deberá incluir en la propuesta su plataforma estratégica y manifestar los recursos físicos y humanos con que cuenta para la ejecución del contrato de el suministro de materiales, montaje, figurar, poner en funcionamiento e integrar el tramo de fibra óptica entre la subestación Jamondino y el centro local de control, ubicado en la sede principal de Cedenar S.A E.S.P. avenida de los estudiantes en la ciudad de Pasto.

3.3. EXPERIENCIA DEL PROPONENTE Y CUMPLIMIENTO DE CONTRATOS REALIZADOS

El oferente debe acreditar, mediante certificaciones, su experiencia específica en suministro, instalación y mantenimiento de obras eléctricas y de cableado estructurado, en las que demuestre el desarrollo y ejecución de contratos realizados durante los tres (3) últimos años. Dichas certificaciones deberán contener la siguiente información: Nombre y NIT de la entidad contratante, nombre y NIT de la entidad contratista, dirección y teléfono de la entidad contratante, numero del contrato, Objeto (el cual debe estar relacionado con el de la presente convocatoria), calidad y cumplimiento del servicio (excelente, bueno, regular, deficiente), tiempo de prestación del servicio (indicando fecha de inicio y terminación), valor del contrato, fecha de expedición del certificado (con firma, cargo y cedula de la persona que firma el certificado).

3.4. SERVICIOS ADICIONALES

El oferente deberá indicar en su propuesta si se encuentra en condiciones de ofrecer y prestar algún servicio adicional a los requeridos en los términos de referencia, y en tal evento deberá efectuar una descripción del mismo, los procedimientos y mecanismos para su aplicación, al igual que la finalidad y/o beneficio que Cedenar S.A E.S.P. obtendría con ellos.

3.5. PROPUESTAS ALTERNATIVAS

El oferente podrá presentar alternativas de la propuesta principal siempre y cuando cumplan con las especificaciones solicitadas en los términos de referencia, las cuales

permitirán a Cedenar S.A E.S.P. estudiar la opción que mas se acomode a sus necesidades, conforme a los términos de la presente invitación. En todo caso para que las alternativas puedan ser evaluadas, el oferente debe presentar la propuesta básica con las condiciones solicitadas por Cedenar S.A E.S.P.

CAPITULO 4 PROCEDIMIENTO Y ETAPAS DE LA SELECCIÓN

4.1 ANALISIS Y EVALUACION DE LAS PROPUESTAS DE ADJUDICACION DEL CONTRATO.

La evaluación consiste en el análisis comparativo de las propuestas sobre cuatro aspectos fundamentales tales como: jurídicos, técnicos, financieros y administrativo. Este análisis será estrictamente reservado y no admite intervención alguna de los oferentes.

4.2 METODOLOGIA DE EVALUACION

Cedenar S.A E.S.P. por intermedio de la DIRECCION designara una comisión para el estudio, evaluación y calificación de las propuestas presentadas, la cual deberá enviar a la DIRECCION el informe correspondiente. Los pasos a seguir en el proceso de evaluación de las propuestas serán los siguientes: ANALISIS DE LAS PROPUESTAS. Todas las propuestas presentadas válidamente en la presente contratación las analizarán los evaluadores designados por Cedenar S.A E.S.P. para tal efecto, aplicando los mismos criterios para todas ellas, procurando una selección objetiva que le permita asegurar la escogencia del ofrecimiento más favorable para la Entidad y la realización de los fines que se buscan con la contratación. Cedenar S.A E.S.P. examinará las propuestas para determinar si los proponentes están habilitados para presentarlas, si los documentos se presentaron completos, foliados y en el orden establecido, si se entregó la garantía de seriedad requerida en vigencia y cuantía, si el proponente cumple los requisitos exigidos y en general si se ajustan a los documentos de la contratación. Cedenar S.A E.S.P. realizará la evaluación jurídica, técnica, financiera y económica de la ofertas, y adjudicará el contrato referente a esta negociación, dentro de los (08) días calendario posteriores a la fecha de recepción de las mismas, incluidas las prórrogas si las hubiere. Durante el estudio de las propuestas no se permitirá injerencia alguna de los oferentes. Cualquier oferente que trate de injerir, influenciar o informarse individualmente sobre el análisis de las ofertas, será descalificado y su oferta no se tendrá en cuenta.

4.2.1. Análisis de evaluación de las ofertas.

Cedena S.A E.S.P. realizará un análisis comparativo de las propuestas en los aspectos relacionados con la propuesta económica, propuesta administrativa, capacidad financiera y valores agregados, seleccionando aquella que obtenga el mayor puntaje. La calificación se hará sobre un total de cien (100) puntos, con base en los siguientes factores:

ASPECTOS A EVALUAR	PUNTAJE
Propuesta Técnica Económica	50
Propuesta Administrativa	20
Capacidad Financiera	15
Valores Agregados	15
TOTAL	100

EXPERIENCIA ESPECÍFICA DEL PROPONENTE

La experiencia es considerada un factor habilitador para participar en la presente invitación, la cual debe tener las siguientes características: Certificaciones de máximo cinco (5) contratos ejecutados y cuyo objeto sea; Construcción y Mantenimiento de Obras eléctricas y cableado estructurado, durante los últimos tres (3) años, contados con antelación a la fecha de cierre de la presente invitación, los cuales deben contener la siguiente información: Nombre del contratante, objeto del contrato, fecha de iniciación, fecha de terminación y valor final o ejecutado del contrato. No se aceptan como certificaciones actas de inicio, actas de recibo, de liquidación, de adjudicación o similares. El procedimiento para asignación de puntaje será el siguiente:

A) CAPACIDAD FINANCIERA. Se evaluarán los estados financieros a Diciembre de 2012. Este factor analiza la capacidad financiera del proponente para realizar la gestión del trabajo propuesto en la invitación a cotizar y se realizará conforme a: Índice de propiedad (Patrimonio / Activo total) Rotación del Activo (Ingreso operacional / Activo total) Razón Corriente (Activo corriente / Pasivo corriente) Margen neto. (Utilidad neta / Ingresos operacionales).

B) PROPUESTA TÉCNICA ECONOMICA. Es condición indispensable el cumplimiento de las características técnicas especificadas en el listado de Cantidades de Obra, aunque también es posible que se puedan presentar mejores especificaciones técnicas, las

cuales pueden ofertarse como ALTERNATIVA. El presupuesto del formulario de Cantidades de Obra (Anexo No 2) se hace con base a estudios previos y valores comerciales que se toman como referencia. Las propuestas que sobrepasen en un 20% el valor del pareto (80%) por encima de este presupuesto de Cantidades de Obra, representado en valores unitarios (o en valores totales si es el caso) no se les asignara puntaje, o sea que tendrán cero (0) puntos en este criterio de evaluación y no se tendrán en cuenta para el calculo del Precio Base. El precio base se determinara como la media geométrica del valor de las propuestas. La media geométrica de una cantidad finita de números (digamos n números), es la raíznésima del producto de todos los números. Las propuestas que tengan el valor por debajo del ochenta por ciento del precio base se le asignaran un puntaje de 50 puntos y las que están por encima del ciento veinte por ciento del precio base no se les asignara puntaje, o sea que tendrán cero (0) puntos en este criterio de evaluación. A las propuestas que estén entre los rangos del ochenta al noventa y cinco por ciento (80% al 95%) se asignara 40 puntos del noventa y cinco por ciento al cien por ciento se asigna 30 puntos (95% al 100%) del cien por ciento al ciento cinco por cierto se asigna 20 puntos (100% al 105%) del ciento cinco por ciento al ciento veinte por ciento se asigna 10 puntos (105% al 120%) y mayores del ciento veinte por ciento (mayor a 120%) se asigna cero puntos

Propuesta Tecnica-Economica	PUNTAJE 50
Menor del 80%	50
Entre el 80% y el 95% del precio base	40
Entre el 95% y el 100% del precio base	30
Entre el 100% y el 105% del precio base	20
Entre el 105% y el 120% del precio base	10
Mayor al 120%	0

C) ASPECTOS ADMINISTRATIVOS. Se valoraran aspectos de la plataforma estratégica, plan de desarrollo institucional, gestión administrativa central y puntos de atención.

D) VALOR AGREGADO. Tendrá un puntaje de 15 puntos y se calificara teniendo en cuenta los factores adicionales presentados en la hoja (condiciones generales). Se evaluara comparativamente con los demás proponentes, obteniendo un mayor puntaje a quien ofrezca mayores beneficios.

4.2.2 Criterios de desempate

En caso que varios proponentes hayan obtenido igual puntaje en los factores de evaluación anteriormente mencionados, se dirimirá así:

- a. Se elegirá a quien presente mayor puntaje en evaluación Técnico - económica.
- b. Si continua el empate se elegirá a quien presente mayor puntaje en aspectos Financieros
- c. Si persiste el empate se elegirá a quien presente mayor puntaje en aspectos administrativos
- d. Si continúa el empate se acudirá a un nuevo llamado para las empresas empatadas con el fin de replantear la propuesta financiera o sus valores agregados, en los siguientes 3 días hábiles.

4.2.3. Rechazo de la oferta.

Dara lugar al rechazo de la oferta, la ocurrencia de uno de los siguientes hechos:

1. Cuando la propuesta se reciba con posterioridad a la fecha y hora fijadas.
2. No presentación de cualquiera de los documentos establecidos como habilitantes en el los términos de referencia.
3. Cuando la carta de presentación de la propuesta no haya sido suscrita por el representante legal o la persona autorizada de la firma oferente.
4. Cuando el proponente se encuentre incurso en alguna de las inhabilidades o incompatibilidades consagradas en la Constitución Nacional o la Ley.
5. Cuando la vigencia de la Póliza de Seriedad de la Propuesta sea por un plazo o un valor menor al señalado.
6. Cuando se presenten propuestas parciales.
7. Cuando el oferente haya tratado de interferir, influenciar o informarse indebidamente sobre el análisis de las ofertas, en época de estudio de las mismas.
8. Cuando la propuesta presente enmendaduras tales como tachones, borrones, etc., que impidan la evaluación objetiva de la misma.
9. Cuando se presente información falsa, o falta de veracidad en los documentos de la propuesta.

10. Cuando el proponente haya presentado información inexacta o incorrecta que genere el mayor puntaje o le permita cumplir con un factor excluyente.

11. Cuando existan dos o más ofertas hechas por el mismo proponente bajo el mismo nombre o con nombres distintos.

12. Cuando no se cumplan todos y cada uno de los requisitos exigidos a los proponentes para esta Convocatoria.

13. Las demás causales que se mencionan en esta Convocatoria, y en la Ley o normas concordantes.

14. Cuando la oferta este por encima del presupuesto oficial estimado.

15. Cuando la propuesta no cumpla las especificaciones o requisitos técnicos.

16. por la no presentación de la Garantía de Seriedad de la Propuesta.

4.2.4 Declaración Desierta

De conformidad con lo establecido en las normas legales vigentes para este efecto, procederá la declaratoria de desierta de la convocatoria en los siguientes casos:

1. Cuando falte voluntad de participación y no se presente propuesta alguna.

2. Cuando ninguna oferta se ajuste a la convocatoria o las propuestas hayan sido eliminadas.

3. Cuando se hubiere violado la reserva de las propuestas de manera ostensible y antes del cierre de la convocatoria.

4. Cuando a su juicio, las diferentes propuestas se consideren inconvenientes para Cedenar S.A E.S.P. En caso de declararse desierta la convocatoria pública, Cedenar S.A E.S.P. podrá efectuar una nueva invitación.

CAPITULO 5. ADJUDICACION:

5.1 SELECCION DEL PROPONENTE.

La comisión de evaluación presentara a la DIRECCION Cedenar S.A E.S.P. un informe detallado sobre las ofertas de acuerdo con los resultados de la evaluación. Se considera que un proponente ha sido favorecido cuando la DIRECCION de Cedenar S.A E.S.P., mediante disposición administrativa, adjudique al que considere acreedor de tal decisión. Una vez adjudicado el proponente favorecido deberá suscribir el respectivo contrato.

5.2. CESION.

El proponente a quien se le adjudique el contrato no podrá ceder las obligaciones adquiridas en virtud de este a persona natural, o persona jurídica o unión temporal o consorcio alguno, salvo consentimiento expreso y escrito de la DIRECCION de la Cedenar S.A E.S.P. pudiendo esta reservarse las razones que tenga para negar la cesión.

CAPITULO 6. CONDICIONES DEL CONTRATO

6.1 DURACION DEL CONTRATO

El Contrato tendrá un plazo de SEIS MESES según valoración y simulación de la evaluación de las propuestas contadas a partir de la fecha de legalización del contrato.

6.2 DOMICILIO CONTRACTUAL

Para los efectos de esta contratación y del Contrato derivado de ella, se tendrá como domicilio la ciudad de Pasto. La INTERVENTORIA esta facultada para hacer solicitudes e impartir instrucciones al CONTRATISTA sobre asuntos de su responsabilidad; este debe acatarlas. Todas las comunicaciones y solicitudes destinadas al CONTRATISTA serán expedidas o ratificadas por escrito y formaran parte de los documentos del contrato. Serán funciones de la INTERVENTORIA todas las tendientes a asegurar, para Cedenar S.A E.S.P. que el CONTRATISTA cumpla con las obligaciones pactadas en el contrato para la correcta ejecución de su objeto.

6.3 PROHIBICION DE CESIONES

El contratista seleccionado no podrá ceder total o parcialmente el contrato que se suscriba a persona alguna natural o jurídica, nacional o extranjera. Salvo autorización expresa de la DIRECCION de Cedenar S.A E.S.P.

6.4 SANCIONES.

Por el incumplimiento de la obligación de prestar el servicio en el plazo contractual pactado, el 0.5% del valor del contrato por cada día de retraso injustificado. Por mala calidad del servicio prestado según informe mensual de la Interventoría, el 1% del valor total del contrato por cada día hasta que mejore el servicio. Por no presentar junto con el informe, los documentos que acrediten los aportes a los sistemas de seguridad social o parafiscal, el 0.05% del valor del contrato por cada día de retraso.

6.5 GASTOS, DERECHOS E IMPUESTOS.

Serán por cuenta del proponente seleccionado todos los gastos, impuestos, derechos, tasas y contribuciones que se causen por razón del perfeccionamiento y legalización del Contrato, y los que se requieran durante su ejecución para dar cumplimiento a las disposiciones legales vigentes sobre el particular.

6.6 REQUISITOS DE PERFECCIONAMIENTO, LEGALIZACION Y EJECUCION DEL CONTRATO.

Se perfecciona con la firma de las partes. Para su legalización y ejecución requiere: Presentación del certificado expedido por el Revisor Fiscal o el Representante Legal, según el caso, en el que conste que se encuentra a paz y salvo por concepto de pago de aportes a salud, pensiones y parafiscales al SENA, ICBF y Cajas de Compensación Familiar, así como el Certificado expedido por la Contraloría General de la Nación de no encontrarse en el Boletín de Responsables Fiscales; Constitución por parte del CONTRATISTA de las garantías exigidas, las cuales serán aprobadas por Cedenar S.A E.S.P. Entrega de DOCUMENTOS LEGALES. Fotocopia de la cedula del representante legal de la entidad, certificado de existencia y representación legal de la entidad y el RUT debidamente actualizados y la autorización para contratar de ser necesario. EL CONTRATISTA deberá entregar los documentos de legalización y ejecución del contrato, en la OFICINA DE COORDINACION DE CONTRATACION, dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes a la suscripción del mismo, de lo contrario Cedenar S.A E.S.P. hará efectiva la garantía de seriedad de la oferta.

6.7 LIQUIDACION DEL CONTRATO.

La liquidación del contrato que se suscriba se sujetara a los términos y oportunidades establecidas en el Manual de contratación de Cedenar S.A E.S.P. La liquidación deberá tener lugar dentro de los tres (3) meses siguientes a la finalización de los compromisos recíprocos. Si no fuere posible realizar la liquidación del común acuerdo entre las partes Cedenar S.A E.S.P. procederá a hacerlo unilateralmente mediante decisión directiva debidamente motivada.

6.8 PERSONAL REQUERIDO PARA PRESTACION DEL SERVICIO

El personal mínimo para la prestación del servicio deberá cumplir con los requisitos que se relacionan en el cuadro de perfiles. Es de anotar que no se requieren adjuntar las hojas de vida del personal para la presentación de la oferta; es suficiente con certificar y garantizar que en caso de adjudicación pueden entregar a la Interventoría las hojas de vida para el acta de inicio. Toda la información será susceptible de verificación por parte de la entidad cuando lo considere pertinente. Todos los trabajadores que laboren como técnicos en el desarrollo del contrato, deberán estar debidamente matriculados de acuerdo a la Ley 19 del 24 de enero de 1990, la cual profesionaliza a las personas que laboran en las aplicaciones de la electricidad y a la vez prohíbe el ejercicio de la profesión sin la respectiva Matrícula Profesional de Técnico electricista. Así mismo deberán cumplir en la ejecución de sus labores con las disposiciones consagradas en el RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas) y en las normas establecidas para la construcción de cableados estructurados. En todo

caso el personal suministrado deberá ser el idóneo para la ejecución de los trabajos tanto eléctrico como de cableado estructurado.

Perfil del personal mínimo requerido para la ejecución del presente contrato:

- **TECNOLOGO**

Titulo de Tecnólogo Electricista o electromecánico con certificado de matricula profesional.

Cuatro (4) años en supervisión y mantenimiento eléctrico y electromecánico

Actividades de soporte técnico, administrativo y operativo en el mantenimiento de instalaciones eléctricas y electromecánicas.

- **TECNICO DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

Secundaria, Técnico

Mínimo (2) años de experiencia laboral en instalaciones de redes de cableado estructurado

Realización de actividades de mantenimiento de la infraestructura de red estructurada y montajes de redes

- **TECNICO ELECTROMECHANICO**

Secundaria, Técnico

Mínimo (2) años de experiencia laboral

Realización de actividades en mantenimiento electromecánico, mantenimiento electromecánico y montajes de redes eléctricas y de iluminación.

- **AYUDANTE**

Secundaria, Técnico

Mínimo un (1) año de experiencia laboral en instalaciones eléctricas

Labores de apoyo a los diferentes trabajos de mantenimiento e instalación de redes,

6.9 SALARIOS

El proponente favorecido con la adjudicación del contrato deberá pagar los salarios y prestaciones sociales al personal contratado (obligación específica del contratista) no obstante, el interventor del contrato designado por Cedenar S.A E.S.P. podrá realizar

muestreos permanentes para verificar el cumplimiento y la normatividad vigente. De necesitarse personal adicional, durante la ejecución del contrato, el proponente debe estar en la capacidad de suministrarlos y no puede ser excusa el no tener personal para llevar a cabo las solicitudes de servicios asignadas al contratista, esto afectara la calificación del servicio, la cual a su vez afectara la renovación del contrato.

6.10 AFILIACION AL REGIMEN DE SEGURIDAD SOCIAL

El proponente favorecido con la adjudicación del contrato se obliga a afiliarse y mantener actualizadas las cotizaciones de sus empleados, a los regímenes de salud, pensión y riesgos profesionales, de acuerdo con la Ley 100 de 1993 y sus Decretos Reglamentarios, y a efectuar los aportes parafiscales a que haya lugar. Mensualmente enviara al interventor, certificación expedida por Revisor Fiscal o Representante Legal donde conste que esta al día en el pago de estos aportes.

6.11 REQUISITOS DE SALUD OCUPACIONAL.

Para cumplir con los requerimientos legales y del Sistema de Gestión de la Calidad, Cedenar S.A E.S.P. debe garantizar que dentro del proceso administrativo de contratación, se implementen una serie de acciones tendientes a garantizar la protección de la salud e integridad física del personal tercerizado. Para esto se debe tener al momento de la contratación los soportes legales en materia de salud ocupacional, entre los que se cuentan: Política de salud ocupacional, Reglamento de higiene y seguridad industrial, debidamente registrado ante el Ministerio de Protección Social y publicado en lugar visible,, Comité Paritario de Salud Ocupacional debidamente registrado y funcionando (acta de constitución). Matriz de Riesgos actualizada y priorizada, Programa de Salud Ocupacional y Cronograma de Actividades en los subprogramas de Seguridad Industrial, Medicina del Trabajo e Higiene Industrial, Reporte de accidentes de trabajo. Análisis estadístico y planes de acción acordes con la caracterización de la accidentalidad. Verificación o implementación de estándares de seguridad para las actividades críticas realizadas por el contratista. Programa de Inducción y capacitaciones implementadas. Verificación o implementación de la utilización de permisos de trabajo para actividades de alto riesgo, cuando aplica. Afiliaciones a la seguridad social integral (salud, pensión y riesgos profesionales).

6.12 EQUIPOS DE COMUNICACIÓN.

El contratista dotara a su personal de radios de comunicaciones (según requisitos técnicos de los radios indicados por Cedenar S.A E.S.P.). Como mínimo el proponente debe suministrar radios de comunicación para el Tecnólogo coordinador de campo, y cada pareja que se tenga en el campo de trabajo. De igual forma, el contratista debe

mantener permanentemente y en buenas condiciones de operación los radios de comunicación, en las condiciones ofrecidas inicialmente en su propuesta.

6.13 ELEMENTOS DE SEGURIDAD PERSONAL.

El contratista dotara al personal de los elementos de seguridad personal indispensables para el cumplimiento de sus labores, entre los cuales se encuentran:

- CASCOS AMARILLOS CON BARBUQUEJO
- CASCOS BLANCOS
- GUANTES PARA ELECTRICISTA TIPO BAQUETA
- GAFAS PROTECTORAS TRANSPARENTES
- BOTAS DIELECTRICAS
- EQUIPO DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN ALTURAS

En general el contratista se compromete a atender todas las observaciones e instrucciones que en la materia, sean efectuadas por la Interventoría con el fin de mantener unas buenas prácticas de seguridad personal.

6.15 HERAMIENTA Y EQUIPOS ESPECIALES

Para las labores de certificación y maquillado, se requiere el uso de equipos especiales el cual permitirá diagnosticar el sistema de acuerdo con las necesidades que se planteen en las diferentes adecuaciones y poder efectuar los correctivos necesarios. Por lo anterior, los proponentes deberán cotizar el alquiler del equipo especial, el cual será facturado en el mes de su utilización.

6.16 CAMBIOS EN PLANOS O ESPECIFICACIONES.

Cedear S.A E.S.P., entregara al Contratista por medio del área de infraestructura los planos y especificaciones de algún posible proyecto a construir, los cuales forman parte del contrato y a él se agregan como anexo. Los planos y las especificaciones son complementarios entre si, de tal manera que cualquier punto que figure en los planos pero no en las especificaciones, o que se encuentre en estas pero no en aquellos, tendrán tanto valor como si se encontraren en ambos documentos. El Interventor podrá ordenar, durante la ejecución del contrato, los cambios necesarios, tanto en los planos como en las especificaciones, previa consulta con los proyectistas. Si por estos cambios se afectan el plazo o el precio, o ambos, Cedear S.A E.S.P., acordara con el Contratista los mayores costos. Si el Contratista considera conveniente variar los

planos o las especificaciones, deberá someter las variaciones a consideración de la Interventoría, con la debida justificación; si estas no se aprueban, deberá sujetarse a los planos y especificaciones acordados originalmente, por lo tanto, cualquier trabajo que el Contratista ejecute antes de conocer la decisión del Interventor, será de su total responsabilidad, quedando a su costa todas las reparaciones y modificaciones a que haya lugar.

6.17 LIBRO DIARIO DE OBRA (BITACORA)

El día en que se inicien los trabajos se abrirá un libro en el cual se anotaran diariamente los hechos y sucesos relacionados con el desarrollo de las obras en Cedenar S.A E.S.P., así como las observaciones o sugerencias que haga la Interventoría; en él se dejara constancia de todos los pormenores que puedan suceder en el frente de trabajo, tales como: estado del tiempo, personal laborando, estado y relación del equipo, avance de la obra, avance de las medidas de manejo ambiental, acciones sociales, suministro de materiales, accidentes de trabajo, etc. Cada anotación diaria deberá llevar la fecha y la firma de los residentes del Contratista y del Interventor. El responsable de mantener al día este diario será el contratista, quien esta en la obligación de presentarlo a los representantes de Cedenar S.A E.S.P.

El libro diario deberá entregarse a Cedenar S.A E.S.P., una vez finalizados los trabajos. Además se realizaran informes mensuales escritos con documentaciónfotográfica, los cuales serán entregados a la Interventoría.

6.18 INTERVENTORIA DE OBRA

Cedenar S.A E.S.P., ejercerá el control y vigilancia de la ejecución de los trabajos objeto del contrato a través de un Interventor, quien tendrá como función verificar el cumplimiento general de las obligaciones adquiridas por el Contratista. El Interventor ejercerá un control integral sobre el desarrollo del proyecto, para lo cual podrá, en cualquier momento, exigir al Contratista la adopción de medidas para mantener, durante la ejecución del contrato, las condiciones técnicas, económicas y financieras existentes al momento de la celebración del mismo. El Interventor vigilara que el Contratista inicie las obras solo cuando disponga de los respectivos permisos, autorizaciones y concesiones para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales. Igualmente, velara porque se cumplan las disposiciones ambientales vigentes. Así mismo, el Interventor esta autorizado para ordenar al Contratista la corrección, en el menor tiempo posible, de los desajustes que pudieren presentarse y determinar los mecanismos y procedimientos pertinentes para prever o solucionar rápida y eficazmente las diferencias que llegaren a surgir durante la ejecución del contrato. El Contratista deberá acatar las ordenes que le imparta por escrito la Interventoría; no obstante, si no estuviese de acuerdo con las mismas, deberá manifestarlo por escrito,

antes de proceder a ejecutarlas; en caso contrario, responderá solidariamente con el Interventor, si del cumplimiento de dichas ordenes se derivaran perjuicios para Cedenar S.A E.S.P.

Cedenar S.A E.S.P., podrá en cualquier momento, ordenar la suspensión de la obra o mantenimiento, si por parte del Contratista existe un incumplimiento sistemático de las instrucciones impartidas por el Interventor, sin que el Contratista tenga derecho a reclamos o ampliación del plazo. Las principales funciones y atribuciones del Interventor son:

- a. Colaborar con el Contratista para el éxito de los trabajos.
- b. Exigir el cumplimiento de las especificaciones y del contrato en todas sus partes.
- c. Estudiar y recomendar los cambios que se consideren convenientes o necesarios en las especificaciones, y someterlos a consideración de la Interventoría.
- d. Verificar los cómputos de cantidades de obra y aprobar las actas de pago que prepara el Contratista.
- e. Exigir al Contratista el empleo de personal técnico capacitado y debidamente matriculado, de acuerdo con la ley, y solicitar el despido del que, a su juicio, sea descuidado, incompetente, insubordinado o cuyo trabajo sea perjudicial para los intereses de Cedenar S.A E.S.P.
- f. Velar por el cumplimiento de las normas de seguridad.
- g. Vigilar que el Contratista cumpla las disposiciones que sean necesarias y, en general, todas las atribuciones que se consideren como potestativas del Interventor, y las demás que le asigne Cedenar S.A E.S.P.
- h. Informar oportunamente a la administración de Cedenar S.A E.S.P., sobre cualquier posible incumplimiento de las obligaciones contractuales por parte del contratista que pueda dar lugar al trámite de imposición de multas y emitir los conceptos y presentar la información que le sea solicitada para este.
- i. Tramitar y diligenciar la imposición de multas al Contratista, cuando a ello haya lugar.
- j. Cumplir los requisitos exigidos en los términos de referencia.
- k. Revisar y aprobar el programa de trabajo del Contratista.

El Contratista deberá realizar los trabajos de acuerdo con las instrucciones y órdenes impartidas por la Interventoría, sin embargo, ello no aminora en ningún grado la responsabilidad del Contratista, ni su autoridad en la dirección de la obra y

mantenimiento. Además de las funciones generales antes mencionadas, y con el fin de buscar la adecuada y oportuna ejecución de las obras, la Interventoría apoyara, asistirá y asesorara a Cedenar S.A E.S.P., en todos los asuntos de orden técnico, financiero, económico y jurídico que se susciten durante la ejecución del contrato.

6.19 AUTOCONTROL DE CALIDAD

El Contratista es responsable de la calidad de la obra, por lo tanto, el Proponente preverá en sus costos que durante la ejecución del contrato debe asegurar la calidad de los trabajos, para esto debe verificar que se cumplan las especificaciones y los requerimientos de la normatividad vigente ANSI/EIA/TIA 568A, 568B, 568C. La verificación de la Interventoría no exonerara de responsabilidad al Contratista por la calidad de la obra. Una vez terminadas las partes de la obra que deban quedar ocultas, y antes de iniciar el trabajo subsiguiente, el Contratista informara a la Interventoría para que proceda a medir. Si así no procediere, la Interventoría podrá ordenarle por escrito el descubrimiento de las partes ocultas, para que esta pueda ejercer sus funciones de control. El Contratista efectuara este trabajo y el de reacondicionamiento posterior, sin que ello le de derecho al reconocimiento de costos adicionales ni a prorrogas en el plazo de ejecución Cedenar S.A E.S.P., podrá rechazar la obra ejecutada, o parte de ella, por deficiencias en los materiales o elementos empleados, aunque las muestras y prototipos correspondientes hubieren sido verificados previamente.

Toda obra rechazada por incumplimientos de la ANSI/TIA/EIA 568 B, 569, 606, 607, en los materiales, procedimientos empleados o por deficiencia de los equipos, deberá ser reconstruida o reparada por cuenta del Contratista, quedando obligado a retirar del sitio los materiales o elementos defectuosos. Cedenar S.A E.S.P., también podrá retirar los materiales o elementos y remplazarlos por otros, repararlos o reconstruir la parte de la obra rechazada, todo con cargo al Contratista. Los equipos y herramientas que el Contratista suministre para la ejecución de los trabajos objeto del contrato, deberán ser los adecuados y suficientes para atender las exigencias de las especificaciones técnicas.

Cedenar S.A E.S.P., directamente o por intermedio de la Interventoría, se reserva el derecho de rechazar y exigir el remplazo o reparación por cuenta del Contratista, de aquellos montajes y herramientas que, a su juicio, sean inadecuados o insuficientes, o que por sus características, constituyen peligro para el personal, u obstáculo para el buen desarrollo de las obras.

6.20 MATERIALES

El Contratista se compromete a suministrar oportunamente todos los materiales que se requieran para las obras (ANSI/TIA/EIA 568 B y el IEEE 802) y a mantener

permanentemente una cantidad suficiente que garantice el avance normal de las mismas, para evitar la escasez de materiales. En general, todos los materiales deben cumplir con, ANSI/EIA/TIA 568 B, IEEE 802. El material rechazado se retirará del lugar, remplazándolo con material aprobado, y la ejecución de la obra defectuosa se corregirá satisfactoriamente, todo esto sin que haya lugar a pago extra. Toda obra rechazada por deficiencia en el material empleado o por defectos de construcción, deberá ser reparada por el Contratista a su costo. La responsabilidad por el suministro oportuno de los materiales es del Contratista y por consiguiente este no puede solicitar ampliación del plazo, ni justificar o alegar demoras en la fecha de entrega de la obra por causa del suministro deficiente o inoportuno de los materiales. El Contratista será responsable por los materiales incluidos en el contrato hasta que sean entregados en el sitio acordado. Además, el Contratista tendrá a su cargo todos los riesgos de materiales rechazados después de recibir el anuncio del rechazo. Todos los materiales estarán sujetos a inspección y pruebas por parte de LA INTERVENTORIA, en cualquier lugar durante el periodo de fabricación, embalaje, montaje y en cualquier momento anterior a la aceptación final. Cedenar S.A E.S.P., podrá hacer la inspección en los talleres del Contratista, en los del fabricante o en los depósitos de sus proveedores. Para ello, el Contratista, sin cargo adicional, proveerá a los inspectores designados por Cedenar S.A E.S.P., de todas las facilidades de asistencia necesarias para el cumplimiento de sus deberes con seguridad y comodidad. La aceptación o el rechazo de materiales será hecho tan pronto como sea posible después de la inspección, pero la inspección y aceptación del material no exonerará al Contratista de su responsabilidad por materiales que no cumplieren con los requisitos de estos documentos, o en cuanto a defectos u otras fallas que pudieran ser descubiertas posteriormente, ni se impondrá a Cedenar S.A E.S.P., responsabilidad alguna en este sentido. Si el Contratista no removiére tal material cuando lo solicitare Cedenar S.A E.S.P., o no procediere dentro del periodo señalado, a su remplazo o corrección, Cedenar S.A E.S.P., podrá remplazarlo o corregirlo como lo estime conveniente y cargará al Contratista los costos ocasionados con tal motivo.

6.21 DISCREPANCIAS

En caso de que se encuentren discrepancias entre los datos suministrados, estas deberán someterse a consideración del interventor, cuya decisión será definitiva. Cualquier trabajo que el contratista ejecute desde el descubrimiento del error, omisión o discrepancia y hasta que reciba la decisión del Interventor, será de su total responsabilidad, siendo por su cuenta y riesgo todas las reparaciones y modificaciones que se requieran para arreglar la obra o para sustituirla hasta corregir el error. En caso de discrepancias entre las escalas y las dimensiones indicadas en los planos,

prevalecerán estas últimas. No se permitirá tomar medidas a escala de los planos, salvo en los casos específicamente autorizados por el Interventor.

6.22 ACTUALIZACION DE PLANOS DE OBRA

El Contratista adquiere la obligación de consignar, sobre un juego de copias maestras, todos los cambios que se realicen durante la ejecución de las obras, los cuales deberá entregar para el pago de la última acta de obra, previa aprobación del Interventor.

6.23 PREVENCION DE ACCIDENTES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

Durante la ejecución del contrato, el Contratista en todo momento proveerá los recursos que sean necesarios para garantizar la higiene, salubridad y seguridad de todas las instalaciones de la obra, la de sus empleados, trabajadores, subcontratistas, proveedores, y la de los empleados y bienes de Cedenar S.A E.S.P., el Interventor y de terceras personas. El Contratista impondrá a sus empleados, trabajadores, subcontratistas, proveedores y en general a todas aquellas personas relacionadas con la ejecución del contrato, el cumplimiento de todas las condiciones relativas a higiene, salubridad, prevención de accidentes y medidas de seguridad, y los forzará a cumplirlas. El Contratista será responsable de todos los accidentes que puedan sufrir no solo sus empleados, trabajadores y subcontratistas, sino también el personal o bienes de Cedenar S.A E.S.P., el Interventor o terceras personas, resultantes de negligencia o descuido del Contratista, sus empleados, trabajadores o subcontratistas, y de tomar las precauciones o medidas de seguridad necesarias para la prevención de accidentes; por consiguiente, todas las indemnizaciones correspondientes serán por cuenta del Contratista.

6.24 RESPONSABILIDAD POR DAÑOS Y PERJUICIOS

El Contratista asumirá toda la responsabilidad por los daños y perjuicios que se causaren a Cedenar S.A E.S.P., o a terceros, y que afecten de cualquier modo personas o propiedades durante la ejecución de la obra, por causa u omisión suya, por defectos de la obra o de los materiales empleados en ella, o de los trabajadores empleados en las obras o por los equipos a su servicio, en los términos de las normas legales que fijan esa responsabilidad. Por consiguiente, son de exclusiva cuenta del Contratista todos los costos provenientes de la debida reparación de cualquiera de los daños ocasionados en las obras y de los perjuicios que se ocasionen. El Contratista esta obligado a cubrir oportunamente la totalidad de estos costos.

6.25 SEÑALIZACION

Cuando los trabajos objeto del contrato deban realizarse en una vía pública y, en general, cuando para realizar cualquier otro tipo de trabajo se alteren las condiciones normales del tránsito vehicular y peatonal, el Contratista estará en la obligación de tomar todas las medidas necesarias para evitar la ocurrencia de accidentes, para lo cual deberá acatar las siguientes normas:

- Manual de Señalización, Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclorrutas de Colombia, Capítulo 4, emanado del Ministerio del Transporte, última versión.
- Normas y Especificaciones Generales de Construcción, Capítulo 17, Señalización de seguridad y protección en las zonas de trabajo, y esquemas 44 a 84.
- El Contratista deberá colocar las señales y avisos de prevención de accidentes, tanto en horas diurnas como nocturnas, en la cantidad, tipo, tamaño, forma, clase, color y a las distancias requeridas, de acuerdo con lo dispuesto en las normas anteriores y las instrucciones del Interventor.

Los gastos en que incurra el Contratista por la colocación o reposición de señales y avisos, y la adopción de todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes, serán por su cuenta, y su costo debe quedar incluido dentro de los costos indirectos de cada precio unitario pactado en el contrato.

ANEXO No 2.CUADRO DE CANTIDADES

CENTRALES ELÉCTRICAS DE NARIÑO S.A. E.S.P.			
SUMINISTRO DE MATERIALES PARA MONTAJE FIGURAR PONER EN FUNCIONAMIENTO E INTEGRAR EL TRAMO DE FIBRA ÓPTICA ENTRE LA SUBESTACION JAMONDINO Y EL CENTRO LOCAL DE CONTROL			
CUADRO DE CANTIDADES			
Ítem	Descripción	U.N.	Cantidad
1.0	BACKBONE DE FIBRA		
1.1	Cable backbone tipo ADSS 10G a 500 mts, 8.3/125um,12 hilos monomodo,	ML	4780
1.2	Bandeja de fibra 12 ptos, Suministro, transporte e instalación, incluye pasacables, adaptadores, tapones ciegos y todos los elementos y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	UN	2
1.3	Conector SC monomodo	UN	8
1.4	Patchcord de fibra 10G SC - SC 8.5/125, 2 mt de longitud	UN	4
1.5	Breakout Kit, 12 hilos, Fan Out Kit para cable de fibra óptica monomodo de 12 hilos, Elemento para realizar la transición, proteger y conectorizar los hilos de un cable de fibra óptica tipo in/outdoor	UN	2
1.6	Etiquetas para fibra autoadhesivos con protección de la marcación (indoor/outdoor), para imprimir en impresora laser, con las siguientes dimensiones: 2''x1.5''	HOJA	1
1.7	Herrajes y elementos de sujeción para postes que soporten el cable de fibra óptica.	UN	186
1.8	Certificaciones de Fibra Óptica, Pruebas y certificación para enlaces en fibra óptica, impresas y digitales,	UN	1
2.0	CENTRO DE CABLEADO		
2.1	Rack de 31.5"W x 41" D x 70.2"H (800x1044x1800)mm. Para 4 bandejas porta equipos, con tapas laterales desmontables, multitoma y ventilador.	UN	2
2.2	Bandeja para rack	UN	8
2.3	Patch Panel de 24 puertos Cat 6, Shielded, con Jacks, herrajes, elementos de fijación y soporte y todos los elementos y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	UN	2
2.4	Organizador para cableado horizontal de una unidad de rack delantero con control de radio de curvatura y tapa e incluir todos los elementos y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	UN	2
2.5	Sistema de anclaje y fijación para rack	UN	2
3,0	INFRAESTRUCTURA		
3,1	Bandeja metálica TIPO ESCALERILLA, galvanizada, liviana portacable (cablefill)	ML	8
3,5	Bajante para cableado de sobreponer en escalerilla con control de radios de curvatura.	UN	6
3,7	Amarre plástico en escalerilla portacable y apilables x100 und.	UN	10
3,8	Elementos de fijación de infraestructurafísica de comunicaciones a muro, techo o piso	GL	1

CENTRALES ELÉCTRICAS DE NARIÑO S.A. E.S.P.

SUMINISTRO DE MATERIALES PARA MONTAJE FIGURAR PONER EN FUNCIONAMIENTO E INTEGRAR EL TRAMO DE FIBRA ÓPTICA ENTRE LA SUBESTACION JAMONDINO Y EL CENTRO LOCAL DE CONTROL

CUADRO DE CANTIDADES

Ítem	Descripción	U.N.	Cantidad
5.0	EQUIPOS ACTIVOS		
5.1	Switch 24 puertos 10Base-T/100Base-T/1000Base-T, PoE (3 COM Prosafe 24 Port 10/100/1000 smart Port Switch with 4 Gigabit Ports),	UN	2
5.2	Transceiver J/E PSW-FX-02 1310 nmmonomodo, hasta 20 km conector RJ-45 10Base-T/100Base-TX	UN	2

ANEXO No 3. PROTOCOLO DE PRUEBAS

INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como fin describir el Protocolo de Pruebas que serán efectuadas sobre la fibra óptica a entregar y los parámetros mínimos.

DESCRIPCIÓN DE LAS MEDICIONES

Las características generales de las fibras ópticas y cables monomodo deberán cumplir con la recomendación de Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) UIT-T: Rec.G.652 Cuadro 4/G.652 – Atributos G.652.D. y cuadro I.2/G.652 – Retardo Diferencial de Grupo para los valores de DGD. Para garantizar esto, se realizará sobre cada una de las fibras y en ambos sentidos, las pruebas descritas a continuación:

Medición de Atenuación por empalme

Se medirá la atenuación de cada empalme de fibra en cada tramo, a fin de verificar que ninguno de estos tiene valores de atenuación inusuales. Las mediciones deben efectuarse tanto para 1310nm como para 1550nm y en ambas direcciones de cada hilo de fibra óptica.

Los valores Medidos no deberán superar los valores registrados en la tabla 1 del punto 3 del presente anexo y el valor medido a 1550nm no debe superar el valor a 1310nm

Medición de la Pérdida de Retorno Óptico (PRO)

Se medirá la Pérdida de Retorno Óptico para los conectores a los extremos de cada tramo. Las mediciones deben efectuarse tanto para 1310nm como para 1550nm y en ambas direcciones de cada fibra. Los valores Medidos no deberán superar los valores registrados en la tabla 1 del punto 3 del presente anexo.

Medición de Atenuación por Conector

Se medirá la atenuación de cada conector de fibra en ODF, a fin de verificar que ninguno de estos tiene valores de atenuación inusuales. Estas mediciones deben ser realizadas usando 2 fibras de prueba en ambos extremos del tramo, con longitud mayor o igual a 2000 m y del mismo tipo que la fibra bajo prueba. Los valores Medidos no deberán superar los valores registrados en la tabla 1 del punto 3 del presente anexo y el valor medido a 1550nm no debe superar el valor a 1310nm.

Medición de Atenuación Promedio por Kilómetro.

Se medirá, la atenuación de cada tramo de fibra, a fin de calcular la atenuación promedio por kilómetro de cada tramo. El cálculo de la atenuación promedio por kilómetro, se hará mediante la siguiente fórmula:

$$Ak \text{ (dB/Km)} = (Am - Ne \times Ae - NODF \times Ac) / Le$$

Dónde:

Ak: Atenuación por Kilómetro

AM: Atenuación Medida en el tramo

Le: Longitud del Enlace

Ae: Atenuación promedio por Empalme

Ne: número de empalmes

Ac: atenuación por conector

NODF: Número de ODF's por tramo

Los valores Calculados para Ak no deberán superar los valores registrados en la tabla 1 del punto 3 del presente anexo.

Medición del coeficiente de dispersión cromática

Se Medirá el coeficiente de dispersión cromática para cada tramo de fibra, para 1310nm y para 1550nm. Los valores Medidos no deberán superar los valores registrados en la tabla 1 del punto 3 del presente anexo.

Medición de la dispersión por modo de polarización PDM

Además de suministrar el certificado de fábrica con las características técnicas de la fibra Óptica incluyendo los parámetros de PMD, se deberá realizar pruebas de dispersión por Modo de Polarización (PMD) y dispersión cromática (CD) sobre la totalidad de los trayectos de fibra instalados. Los valores Medidos no deberán superar los valores registrados en la tabla 1 del punto 3 del presente anexo.

Para los valores de DGD, estos deberán estar acordes con lo indicado en el cuadro I.2/G.652 – Retardo Diferencial de Grupo de la recomendación G.652.

Todos los resultados de las mediciones anteriormente descritas, deben registrarse en el informe final.

PARAMETROS DE FIBRA OPTICA

En la siguiente tabla se detallan los valores máximos que deberá tener el cable de fibra óptica suministrado, para los parámetros relacionados en esta tabla, los cuales primaran sobre cualquier otro valor diferente relacionado en el Cuadro 4/G.652 – Atributos G.652.D de la recomendación G-652.

Descripción	Valor Máximo
Máxima Atenuación bidireccional por kilómetro	0.37dB/km @ 1310 nm 0.25dB/km @ 1550nm
Dispersión cromática	18 ps/(nm – km) @ 1550nm
Atenuación por conector en ODF	0.5dB @ 1310 nm 0.5dB @ 1550 nm
Atenuación bidireccional por empalme	0.1 dB @ 1310 nm 0.1 dB @ 1550 nm
Perdida de Retorno Óptico	-27dB @ 1310 nm
PMD: Máximo valor (fibra individual)	0,20 ps/ $\sqrt{\text{km}}$

Tabla 1

ANEXO No 4. MAPA DE RUTA

