

Área de Conocimiento de Tecnología de la
Información y Comunicación

Estudio de factibilidad para la migración de la red HFC a red GPON- FTTH para la empresa "TV CABLE" en el municipio de Kukra Hill, Nicaragua.

TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

Elaborado por:

Br. Bryan Alexander
González Cabezas

Carné: 2017-06851

Br. Alejandro Miguel
Mendoza Treminio

Carné: 2017-07021

Tutor:

Ing. Marlovio José
Sevilla Hernández

06 de mayo de 2024

Managua, Nicaragua

Área de Conocimiento de Tecnología de la
Información y Comunicación

Estudio de factibilidad para la migración de la red HFC a red GPON- FTTH para la empresa "TV CABLE" en el municipio de Kukra Hill, Nicaragua.

TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

Elaborado por:

Br. Bryan Alexander
González Cabezas

Carné: 2017-06851

Br. Alejandro Miguel
Mendoza Treminio

Carné: 2017-07021

Tutor:

Ing. Marlovio José
Sevilla Hernández

06 de mayo de 2024

Managua, Nicaragua

Dedicatoria

El presente trabajo es dedicado principalmente a Dios por ser siempre quien me guía en mi caminar, por siempre amarme aun no mereciéndolo, a mi madre santísima que me cubre con ese amor de madre y me induce por el buen camino. A mi familia en especial a mis padres, los cuales han sido un pilar muy importante en mi vida, en mi formación profesional, por siempre apoyarme y alentarme a seguir y nunca rendirme por muy difícil que fuera el camino.

Bryan Alexander Gonzalez Cabezas

Dedico el presente trabajo primeramente a Dios, por darme la vida y ser quien guie mi camino diario, fortaleciéndome en los momentos difíciles y permitirme poder cumplir una meta. A mis padres y mis hermanos por la comprensión, el apoyo, la confianza incondicional y creer siempre en mí. a mis amigos, compañeros y profesores en especial a nuestro Tutor Marlovio Sevilla quien, con sus conocimientos y dedicación, han sido fundamentales para poder concluir este trabajo el cual nos asesoró de manera eficaz. Quiero dedicarle este trabajo a mi querida novia Edmara Cerda por su apoyo incondicional y paciencia infinita durante este difícil proceso. Su aliento y motivación continua han sido cruciales para superar los obstáculos y mantenerme enfocado en mis objetivos.

Alejandro Miguel Mendoza Treminio

Agradecimiento

Agradecemos a la empresa TV Cable del municipio de Kukra Hill – Nicaragua, la cual nos brindó su confianza para llevar a cabo su proyecto de migración de red. Gracias a ellos fue posible experimentar con equipos que conforman una red a nivel empresarial. Esta experiencia abrió nuestro conocimiento acerca de nuestra Carrera Ingeniería en Telecomunicaciones.

También agradecemos de forma especial a cada uno de los docentes que estuvieron apoyándonos de forma incondicional en la supervisión de nuestro trabajo. Destacando la labor de nuestro tutor Ing. Marlovio José Sevilla Hernández por su disposición en la forma de transmitir sus conocimientos y consejos en el área de las telecomunicaciones, por siempre estar al pendiente de nosotros y hacernos ver el valor de nuestros padres. De igual forma agradecemos al Ing. Marcos Torres por su disposición y su ímpetu de ayudar a estudiantes en su formación como futuros profesionales.

Resumen

Hoy en día existe una sociedad altamente tecnológica y cada vez existe mayor demanda de servicios exigiendo grandes capacidades que con redes tradicionales no se pueden proporcionar, obligando así a que las empresas migren al uso de fibra óptica en sus redes. Para llevar a cabo el desarrollo de nuevos servicios se necesita migrar de cable de cobre o coaxial a cable de fibra óptica. En la actualidad el uso de redes de acceso GPON-FTTH permite a los usuarios tener un servicio mucho más eficiente que el servicio brindado por HFC, teniendo mayores velocidades de transmisión, mayor ancho de banda, cubrir largas distancias y en el cual convergen los tres servicios de "Triple Play"

En vista de lo anteriormente planteado, estudiamos la factibilidad de la migración de la red HFC a red GPON-FTTH. En nuestro trabajo monográfico se llevó a cabo un proceso de evaluación de encuesta y de los parámetros de los equipos que posee una red de fibra óptica. Donde mostramos los temas relacionados a la migración de la red, tales como las principales características de las redes de acceso y su clasificación, haciendo énfasis en las tecnologías a tratar como lo eran HFC y Fibra óptica. Se demostró las ventajas y desventajas técnicas de la red GPON-FTTH tomando como referencia los parámetros necesarios para la implementación de la nueva red de la empresa Tv Cable Kukra Hill.

Demostramos que es rentable el proyecto de migración de red HFC a GPON-FTTH, este estudio proporciona los antecedentes claves para una migración de la red, ya que estas son el futuro de las telecomunicaciones en nuestro país e incentivar a las nuevas generaciones de ingenieros en telecomunicaciones a especializarse en esta tecnología para elevar el perfil del ingeniero en telecomunicaciones.

ABSTRACT

Nowadays there is a highly technological society and there is an increasing demand for services demanding greater capacities that cannot be provided with traditional networks, thus forcing companies to migrate to the use of Fiber optics in their networks. To carry out the development of new services, it is necessary to migrate from copper or coaxial cable to Fiber optic cable. Currently, the use of GPON-FTTH Access networks allow users to have a much more efficient Service than the Service provided by HFC, having higher transmission speeds, greater bandwidth, covering long distances and in which the three converge. "Triple Play" Services.

In view of the above, we study the feasibility of migrating the HFC network to the GPON-FTTH network. In our monographic work, a survey evaluation process was carried out and the parameters of the equipment that a Fiber optic network has. Where we show the topics related to network migration, such as the main characteristics of Access networks and their classification, emphasizing the technologies to be treated such as HFC and Fiber optics. The technical advantages and disadvantages of the GPON-FTTH network were demonstrated, taking as reference the parameters necessary for the TV Cable Kukra Hill Company.

We demonstrate that the HFC network migration Project to GPON-FTTH is profitable, this study provides the key background for a network migration, since these are the future of telecommunications in our country and encourage new generations of Engineers in telecommunications to specialize in this technology to raise the profile of the telecommunications engineer.

Abreviatura/Acrónimo

HFC	Hybrid Fiber Coaxial
GPON	Gigabit Passive Optical Network
FTTH	Fiber To the Home
FTTB	Fiber To the Building
FTTC	Fiber To the Curb
FTTN	Fiber To the Node
AON	Active Optical Network
PON	Passive Optical Network
BPON	Broadband Passive Optical Network
EPON	Ethernet Passive Optical Network
XGPON	10-Gigabit Passive Optical Network
GEM	GPON Encapsulation Method
WDM	Wavelength Division Multiplexing
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing
CWDM	Coarse Wavelength Division Multiplexing
EFM	Ethernet In the First Mile
DSL	Digital Subscriber Line
ATM	Asynchronous Transfer Mode
TDM	Time Division Multiplexing
PLC	Powerline Communication
MDU	Multi Dwelling Unit
ONU	Optical Network Unit
OLT	Optical Line Terminal

ONT	Optical Network Terminal
ITU	International Telecommunication Unión
UIT-R	Radiocommunication Sector
UIT-T	Telecommunication Standardization Sector
UIT-D	Telecommunication Development Sector
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
UHD	Ultra High Definition
VOD	Video on Demand
VLF	Very Low Frequency
LF	Low Frequency
MF	Medium Frequency
HF	High Frequency
VHF	Very High Frequency
UHF	Ultra High Frequency
SHF	Super High Frequency
EHF	Extremely High Frequency

Índice de Contenido

1. Introducción.....	1
1.1. Objetivos	3
1.2. Justificación.....	4
2. Marco Teórico	6
2.1. Medios de transmisión	6
2.1.1. Fibra óptica	6
2.1.2. Coaxial.....	6
2.2. Redes de Acceso	6
2.2.1. Tipos de redes de acceso.....	7
2.3. Introducción a las redes HFC (Hybrid Fiber Coaxial)	7
2.3.1. Cabecera	7
2.3.2. Red Troncal	7
2.3.3. Red de distribución	8
2.3.4. Red de acometida.....	8
2.4. Espectro Radioeléctrico.....	8
2.4.1. Distribución	8
2.4.2. Regulación.....	9
2.5. Evolución de las redes ópticas pasivas.....	10

2.6.	Tipos de redes de acceso de fibra óptica	10
2.6.1.	Redes ópticas activas (AON)	10
2.6.2.	Redes ópticas pasivas (PON)	11
2.7.	Redes FTTx.....	12
2.7.1.	FTTN (Fiber to the node)	12
2.7.2.	FTTB (Fiber to the Building).....	12
2.7.3.	FTTC (Fiber on the curb)	12
2.7.4.	FTTH (Fiber to the home)	12
2.8.	Tipo de multiplexación óptica	13
2.8.1.	Multiplexación por división de longitud de onda WDM.....	13
2.8.2.	DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing)	14
2.8.3.	CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing)	14
2.9.	Topología física de la red	15
2.9.1.	Topología Estrella	15
2.9.2.	Topología de bus	16
2.9.3.	Topología de árbol	16
2.9.4.	Topología anillo.....	17
2.9.5.	Topología malla	17
3.	Diseño Metodológico	18

3.1. Estudio Técnico.....	19
3.1.1. HFC	19
3.1.2. GPON-FTTH.....	19
3.1.3. Comparación entre las tecnologías GPON-FTTH y HFC.....	23
4. Análisis y Presentación de Resultados	24
4.1. Tamaño optimo	24
4.2. Viabilidad técnica	24
4.3. Localización del estudio	25
4.4. Capacidades técnicas en la transmisión datos.....	26
4.5. Definición del ancho de banda por puerto	27
4.5.1. Capacidad de usuarios de la red	29
4.5.2. Cálculo de atenuación	29
4.6. Topología de la red	31
4.7. Elementos de la red HFC	32
4.7.1. Antena	32
4.7.2. LNB (Low Noise Block)	32
4.7.3. Modulador.....	33
4.7.4. Fuente de poder.....	33
4.7.5. Nodo óptico eléctrico	34

4.7.6.	Amplificador RF	34
4.7.7.	Divisores (Splitter).....	35
4.7.8.	Multitap	35
4.7.9.	Acoplador direccional.....	36
4.7.10.	Terminal de línea.....	36
4.7.11.	Conectores	37
4.7.12.	Cable Coaxial	37
4.7.13.	Cable fibra óptica.....	38
4.8.	Elementos de la red GPON	39
4.8.1.	Terminal de línea óptica (OLT)	39
4.8.2.	Terminal de red óptico (ONT)	39
4.8.3.	Splitter.....	40
4.8.4.	Conectores ópticos	40
4.8.5.	Patchcords.....	41
4.8.6.	Mufa.....	41
4.8.7.	NAP (Network Access Point)	42
4.8.8.	Cable Drop.....	42
4.9.	Proceso de encuesta sobre la calidad del servicio de la red existente..	43
4.9.1.	Introducción y Planteamiento del problema	43

4.9.2.	Objetivos de la encuesta.....	43
4.9.3.	Análisis de resultados	43
4.9.4.	Resultados de encuesta	45
4.9.5.	Conclusiones de encuesta.....	51
4.10.	Vulnerabilidad de la Red	53
4.11.	Diseño de la nueva Red	53
4.11.1.	Cabecera (Planta)	55
4.12.	Equipos a utilizar en la red a implementar	62
4.12.1.	OLT ZTE C320-16 OLT chasis +1GTGH C++: OLT chasis + 1 GTGH (16 PON cplusplus), 10Gbps, AC power. rack&fram&cable.....	62
4.12.2.	ONT CGG-F782CW: GPON ONT 1GE + 1FE + CATV + WIFI....	63
4.12.3.	SFP (Small Form- Factor Pluggable) GPON	64
4.12.4.	Switch S2928E L3-lite Series	65
4.12.5.	Cable ADSS-120-span	65
4.12.6.	Cable Drop GJYXFH	66
4.12.7.	Mufa CV009.....	67
4.12.8.	Preformada GUY GRIP JS-4	68
4.12.9.	Network Access Point (NAP)	69
4.12.10.	Conectores SC/APC.....	69

4.12.11. Splitter SC/APC.....	70
5. Estudio de Costo	71
5.1. Costos de operación.....	71
5.2. Costos de inversión de capital.....	71
5.3. Costos Fijos.....	76
5.4. Plan de Gestión Financiera	77
5.5. Proyección de Ingreso de la Red	77
5.6. Flujo de cajas	79
6. Conclusiones y Recomendaciones	83
6.1. Conclusiones.....	83
6.2. Recomendaciones.....	84
7. Anexos	91

Índice de Figura

Figura No 1. Distribución Red HFC [5]	8
Figura No 2. Red Óptica Activa [10]	11
Figura No 3. Redes Ópticas Pasivas [10].....	11
Figura No 4. Distribución Redes FTTx [13]	13
Figura No 5. Multiplexación por longitud de onda [16].....	14
Figura No 6. Multiplexación por división de longitud de onda densa [14]	14
Figura No 7. Multiplexación por división de longitud de onda gruesa [14]	15
Figura No 8. Topología de estrella [17]	15
Figura No 9. Topología de bus [17]	16
Figure 10. Topología de árbol [17].....	16
Figura No 11. Topología de anillo [17].....	17
Figura No 12. Topología de malla [17]	17
Figura No 13. Despliegue de una red GPON [13]	22
Figura No 14. Localización exacta donde se realizó el estudio	26
Figura No 15. Topología de la red	31
Figura No 16. Antena Parabólica.....	32
Figura No 17. Low Noise Block	33
Figura No 18. Modulador	33

Figura No 19. Fuente de poder [1].....	34
Figura No 20. Nodo óptico eléctrico	34
Figura No 21. Amplificador RF [5].....	35
Figura No 22.Splitter.....	35
Figura No 23. Multitap	36
Figura No 24. Acoplador direccional [5].....	36
Figura No 25. Terminal de línea [5]	37
Figura No 26. Conectores [5].....	37
Figura No 27. Cable Coaxial [1].....	38
Figura No 28. Cable Fibra Óptica	39
Figura No 29. OLT [24].....	39
Figura No 30. ONT [24]	40
Figura No 31. Splitter.....	40
Figura No 32. Tipos de Conectores [13].....	41
Figura No 33. Patchcords [13].....	41
Figura No 34. Mufa.....	42
Figura No 35. NAP	42
Figura No 36. Cable Drop.....	43
Figura No 37. Resultado de la Pregunta 1	45

Figura No 38. Resultado de la Pregunta 2	45
Figura No 39. Resultado de la Pregunta 3	46
Figura No 40. Resultado de la Pregunta 4	47
Figura No 41. Resultado de la Pregunta 5	47
Figura No 42. Resultado de la Pregunta 6	48
Figure 43. Resultado de la Pregunta 7	49
Figura No 44. Resultado de la Pregunta 8	49
Figura No 45. Resultado de la Pregunta 9	50
Figura No 46. Resultado de la Pregunta 10	51
Figura No 47. Cabecera de la red	55
Figura No 48. Levantamiento de postes.....	55
Figura No 49. Ruta troncal en anillo	56
Figure 50. Ruta de Derivaciones	57
Figura No 51. Despliegue de la red	58
Figura No 52. Proceso para sujetar cable	59
Figura No 53. Ubicación de cruceta (reserva)	60
Figura No 54. OLT ZTE C320-16	62
Figura No 55. ONT CGG-F782CW.....	63
Figura No 56. SFP+ 10GB.....	64

Figura No 57. Switch S2928E.....	65
Figura No 58. Cable ADSS-120-span.....	65
Figura No 59. Cable Drop GJYXFH.....	66
Figura No 60. Mufa CV009.....	67
Figura No 61. Preformada GUY GRIP JS-4	68
Figura No 62. NAP	69
Figura No 63. Conectores SC/APC	69
Figura No 64. Splitter SC/APC	70

Índice de Tablas

Tabla No 1. Distribución de asignaciones de frecuencia [7]	9
Tabla No 2. Coordenadas geográficas de la localización	26
Tabla No 3. Diferentes estándares de red de fibra óptica	27
Tabla No 4. Ancho de banda requerido	29
Tabla No 5. Cálculo de atenuación.....	30
Tabla No 6. Simbología del Diseño de la nueva red.....	54
Tabla No 7. Características de OLT	62
Tabla No 8. Características de ONT CGG-F782CW	63
Tabla No 9. Características de SFP+ 10GB	64
Tabla No 10. Características de Switch S2928E	65
Tabla No 11. Características de Cable ADSS-120	66
Tabla No 12. Características de Cable Drop GJYXFX	67
Tabla No 13. Características de Mufa CV009	67
Tabla No 14. Características Preformada Guy Grip JS-4	68
Tabla No 15. Características NAP a utilizar	69
Tabla No 16. Características de conectores SC/APC	70
Tabla No 17. Características de splitter SC/APC	70
Tabla No 18. Costos Operativos.....	71

Tabla No 19. Lista de equipos a reutilizar	72
Tabla No 20. Lista de equipos actuales.....	73
Tabla No 21. Precios de Materiales Nuevos	74
Tabla No 22. Análisis de costo de Capital CAPEX.....	75
Tabla No 23. Costos Fijo Primer Año	76
Tabla No 24. Costos Fijo Para Los Proximos Años.....	77
Tabla No 25. Proyección de contratación del servicio	78
Tabla No 26. Proyección de ingresos de la red FTTH-GPON	78
Tabla No 27. Análisis financiero (VAN y TIR).....	82

1. Introducción

El Municipio de Kukra Hill, está integrado en la Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS) y se encuentra a 30 kilómetros de la ciudad de Bluefields, al norte con el Tortuguero, al este con Laguna de Perlas, al Oeste con el Rama. Los datos poblacionales difieren según las fuentes el último censo municipal realizado en 2008, cuenta con un total de 3.009 familias distribuidos en 6.413 mujeres y 6.705 hombres. Kukra Hill es considerado como el principal municipio agroindustrial de la región Atlántico sur por las grandes empresas que ha existido. Cuenta con una planta procesadora de aceite de palma que es uno de los grandes contribuyentes del municipio.

El presente trabajo, consiste en el estudio de factibilidad para la migración de la red HFC a GPON-FTTH para la empresa TV Cable Kukra Hill. Este proyecto va dirigido hacia los clientes actuales y futuros de TV Cable ubicado en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur de Nicaragua (RACCS), que se verán beneficiados por una mejor calidad de señal de televisión y se le ofertara el servicio de acceso a internet.

Tomando como referencia las ventajas que nos brindan las redes FTTH, se decidió realizar este trabajo con el fin de que no solamente disfruten del servicio de televisión por cable, sino también, del acceso a internet a través de cables de fibra óptica. Seleccionando la arquitectura más apropiada y los equipos a utilizar, en base a las características del municipio (rural). Con la finalidad de brindar un servicio eficiente a la comunidad.

La utilización de Fibra Óptica hasta el hogar, es ahora una tendencia para proveedores que necesitan proporcionar nuevos y mejores servicios a la comunidad, por lo que la red de acceso FTTH será el inicio para un mejor desarrollo tecnológico de la empresa, al cual los clientes podrán tener acceso.

Para realizar el estudio se iniciará con el análisis de la situación actual de la red de la empresa TV CABLE, con el objetivo de analizar la demanda de servicio y número de clientes en el municipio de Kukra Hill, en el cual, se estará realizando el

dimensionamiento de la red para dicho sector. Además de presentar un análisis financiero que permite evaluar la factibilidad de la inversión y el tiempo de recuperación de la misma para la empresa.

1.1. Objetivos

Objetivo General

Realizar un estudio de factibilidad para la migración de la red HFC a red GPON-FTTH para la empresa “TV CABLE” en el municipio de Kukra Hill, Nicaragua.

Objetivo Específicos

- ❖ Realizar un análisis comparativo de las tecnologías HFC y GPON, relacionado con el servicio de televisión por cable.
- ❖ Analizar el estudio técnico de la red existente para determinar las vulnerabilidades de la red HFC para el diseño de una nueva red FTTH.
- ❖ Elaborar diseño de la nueva red FTTH definiendo los equipos reutilizables para realizar el proceso de migración de tecnología según las políticas y necesidades de la empresa TV CABLE.
- ❖ Desarrollar un análisis económico para determinar en cuánto tiempo se recuperará la inversión de esta migración.

1.2. Justificación

Actualmente, el mundo se encuentra en un proceso de cambio, la tecnología va evolucionando dependiendo de las necesidades y la demanda que desarrollan los usuarios. Tomando en consideración, el hecho de que el cable de cobre va a ser desplazado en los próximos años por la fibra óptica, la cual, tiene mejores velocidades de transmisión, incluyendo mejoras en la calidad de servicio.

El enfoque de este trabajo es el servicio de televisión por cable e internet, donde estos servicios están disponible en otras empresas de telecomunicaciones dentro de Nicaragua que trabaja con redes HFC. Adicionalmente, con esta migración, la comunidad beneficiada con este proyecto, tendrá acceso a una moderna plataforma tecnológica que le posibilitará disfrutar de mejores servicios de telecomunicaciones.

El proyecto beneficiará directamente a muchas familias, pero tiene el potencial de beneficiar a escuelas, centros de salud, alcaldía del municipio de Kukra Hill con el acceso a la toda la información. Esta tecnología les da más confiabilidad y calidad en la prestación de estos servicios, la cual se expresa como una tecnología en fibra hasta los hogares (FTTH).

Con esta tecnología, la empresa podrá tener un mayor número de usuarios y garantizar altos estándares de calidad en los servicios, convirtiéndola en una empresa competente en la prestación de sus servicios a nivel municipal y a largo plazo, posiblemente a nivel nacional.

En el municipio de Kukra Hill, existe una infraestructura que solo permite el acceso de servicios de telecomunicaciones, como lo es la televisión, no existe una plataforma tecnológica moderna que les dé la posibilidad de tener acceso a modernos servicios de telecomunicaciones. Esto se debe a que la red actual, es unidireccional y solo está montada por red HFC, además que los usuarios son de presencia rural.

El uso de redes de acceso FTTH permitirá a los usuarios tener un servicio mucho más eficiente que el servicio HFC con el que cuenta en la actualidad la empresa, teniendo mayores velocidades de transmisión, mayor ancho de banda, cubrir largas

distancias, y mejorar los servicios, evitando los problemas que existen actualmente con las redes de cable coaxial. Con esto la empresa TV Cable Kukra Hill podrá satisfacer las necesidades de sus usuarios, además de brindar nuevos y mejores servicios de calidad a la comunidad.

2. Marco Teórico

El siguiente capítulo, contiene una descripción general de las principales características de las redes de acceso y su clasificación, haciendo énfasis en las tecnologías HFC y Fibra Óptica. Dando a conocer las ventajas y desventajas del uso de cada una, que nos ayudaran a comprender a grandes rasgos los aspectos a desarrollar durante el transcurso de la investigación.

2.1. Medios de transmisión

2.1.1. Fibra óptica

En la actualidad, la fibra óptica es el método de transmisión preferido en los sistemas de comunicación, debido a su inmunidad ante las interferencias electromagnética, debido a que la fibra óptica no conduce electricidad ni irradia energía de radiofrecuencia y tiene una mayor capacidad de ancho de banda que los otros medios de transmisión, tienen valores de atenuación muy bajos, lo que les permite transmitir a largas distancias sin incorporar componentes activos como amplificadores a la red.

2.1.2. Coaxial

Es un tipo de cable utilizado para transmitir señales eléctricas de alta frecuencia, las redes telefónicas, internet y la televisión por cable suelen utilizar este tipo de cable para interconectar sus equipos. Estos cables están formados por conductores concéntricos: el núcleo, sección central de cobre dedicada a la transmisión de datos, el blindaje o malla sirve como retorno de corriente y referencia a tierra separados por un dieléctrico. El cable está cubierto con aislamiento de plástico o teflón, cuya función es proteger el cable y mantener el conductor dieléctrico exterior en todo el cable. [1]

2.2. Redes de Acceso

La red de acceso es la infraestructura de red que interactúa directamente con los dispositivos de los usuarios finales los cuales se conectan al proveedor de servicio, desde un punto de vista aplicativo las redes de acceso desempeñan un papel

importante, ya que los avances tecnológicos se aprecian en telecomunicaciones. Las redes de acceso están compuestas por:

2.2.1. Tipos de redes de acceso

Las redes se clasifican según el medio de transmisión utilizado para la propagación, ya sea físico (Coaxial y Fibra Óptica) o el espacio radioeléctrico, y se divide en dos grandes categorías: inalámbricas y alámbricas. En este trabajo se abordaron las redes inalámbricas utilizadas como medio de transporte. [2]

2.3. Introducción a las redes HFC (Hybrid Fiber Coaxial)

La red híbrida de fibra-coaxial que se muestra en la figura No. 1, se trata de una red que está conformada tanto como por fibra óptica y cable coaxial para crear una red de banda ancha (video, datos y voz), la cual consiste conectar el usuario final por medio de cable coaxial a un tap, el cual está conectado a un nodo óptico y posteriormente conectado dichos nodos hasta la cabecera. Esta red está conformada por cuatro partes: [1]

2.3.1. Cabecera

La cabecera de la red de televisión por cable, es la principal fuente de control, a partir de esta, la señal se entrega al usuario a través de la red troncal del sistema de televisión. Dispone de una antena parabólica que recibe las señales de los satelitales, siendo el centro de recepción y control dónde se originan las señales que se van a transmitir. Las cabeceras, pueden dar servicio a localidades conectadas por la red troncal, generalmente son extensiones a pueblos cercanos utilizando el mismo centro de recepción y control. [3]

2.3.2. Red Troncal

La red de transporte o red troncal, es la encargada de repartir la señal compuesta, generada por la cabecera a todas las zonas de distribución que abarca la red de cable. La penetración de la fibra en la red de cable ha ido en aumento, y la red troncal se ha convertido, por ejemplo, en una estructura con anillos redundantes que unen nodos ópticos entre sí.

2.3.3. Red de distribución

La red de distribución, se encarga de interconectar todos los equipos o elementos que se encuentran localizados en el nodo óptico y el sistema droop. [4]

2.3.4. Red de acometida

Esta red, es la que permite llegar al cliente mediante un cable coaxial flexible, utilizado para llevar la señal desde la última derivación o tap hasta la casa o el equipo de conexión del usuario, para esta conexión se utiliza cable coaxial RG11 o RG6. [3]

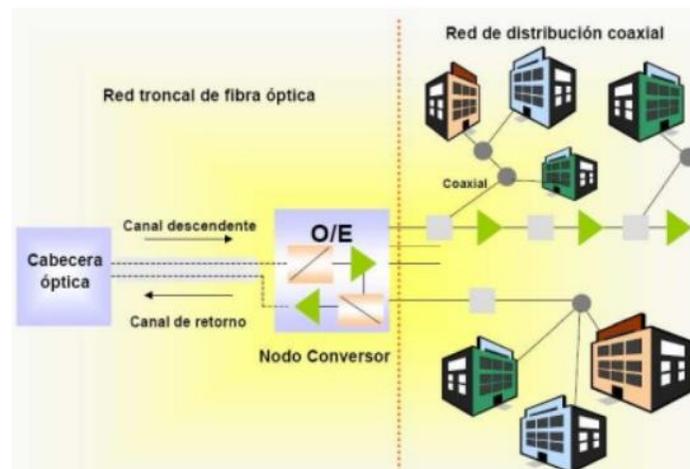


Figura No 1. Distribución Red HFC [5]

2.4. Espectro Radioeléctrico

El espectro es el rango de ondas electromagnéticas, que pueden utilizarse para transmitir información.

2.4.1. Distribución

Este recurso fue dividido en bandas de frecuencias que van desde los 3 kHz hasta los 300 GHz, que se encuentra atribuido a los diferentes servicios que brindan los sistemas de comunicación. En nuestro país, el encargado de realizar esta regulación es TELCOR. El espectro radioeléctrico se subdivide en nueve bandas de frecuencia que se designan por números enteros en orden creciente con sus rangos

de longitud de onda. En la siguiente tabla No 1, mostramos la distribución de asignaciones de frecuencia: [6]

Tabla No 1. Distribución de asignaciones de frecuencia [7]

Número	Símbolos	Frecuencias	Subdivisión Métrica
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas milimétricas
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas
6	MF	300 a 3000 kHz	Ondas hectométricas
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas
9	UHF	300 a 3000 MHz	Ondas decimétricas
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas
12	-	300 a 3000 GHz	Ondas decimétricas

2.4.2. Regulación

Para lograr la coordinación de las frecuencias y su asignación hacia los diferentes servicios y usuarios, fueron creados los organismos reguladores del espectro radioeléctrico, ya que las ondas de radios no están sujetas a fronteras nacionales. Fundada en 1865, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), paso a ser un organismo internacional especializado de las naciones unidas en 1947. La ITU, cumple su misión a través de tres sectores, los cuales son: Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R), Sector de normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T) Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones (UIT-D). [8]

El espectro radioeléctrico, es un recurso natural disponible en nuestro ambiente, presente en cada país, tal como el agua o la electricidad, y este es un recurso

escaso, por lo cual, requiere ser administrado por el gobierno de cada país, en este caso el ente regulador en Nicaragua es TELCOR.

El 05 de junio de 1982, en el diario oficial La Gaceta, se publicó en el N.º 137 la ley N.º1053, en la que se anunció la creación del instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correos (TELCOR), como ente regulador de las telecomunicaciones. Años más tarde, en la publicación de la ley 200, “Ley General de Telecomunicaciones y Servicios Postales, se define en el artículo 5 que la administración y regulación del espectro radioeléctrico corresponde a TELCOR. [9]

2.5. Evolución de las redes ópticas pasivas

En 1977, se llevó a cabo pruebas piloto en el Reino Unido; después de dos años, se produjeron grandes pedidos del material. Las ondas de luz, son una forma de energía electromagnética, con la idea de utilizar la luz como portadora para transmitir información, esta tiene más de un siglo de antigüedad. Alrededor de 1880, Alexander G. Bell construyó un teléfono con cámara que enviaba mensajes de voz a distancias cortas a través de la luz. Sin embargo, esto no es factible debido a la falta de suficientes fuentes de luz.

Con la invención y construcción de los láseres, en la década de 1960, debido a su alta frecuencia portadora (10¹⁴ Hz), se volvió a plantear la posibilidad de utilizar la luz como un soporte de comunicación confiable y con alto potencial de información. En ese momento, comenzó la investigación fundamental sobre modulación y detección de luz. Los primeros experimentos de transporte atmosférico revelaron varios obstáculos, como poca confiabilidad debido a la precipitación, contaminación del aire o turbulencia. [10]

2.6. Tipos de redes de acceso de fibra óptica

2.6.1. Redes ópticas activas (AON)

Las redes de acceso óptico (AON), se pueden dividir en activas y pasivas según el tipo de equipo ubicado entre la central telefónica y el equipo del usuario final como se puede observar en la figura No 2, según las topologías de interconexión punto a

punto y punto a multipunto. Consta de 3 partes principales: la oficina central (CO), donde se encuentra el terminal de línea óptica (OLT), el nodo remoto (RN), y la unidad de red óptica (ONU), que proporciona la interfaz en el lado del usuario de la red de acceso óptico. [11]

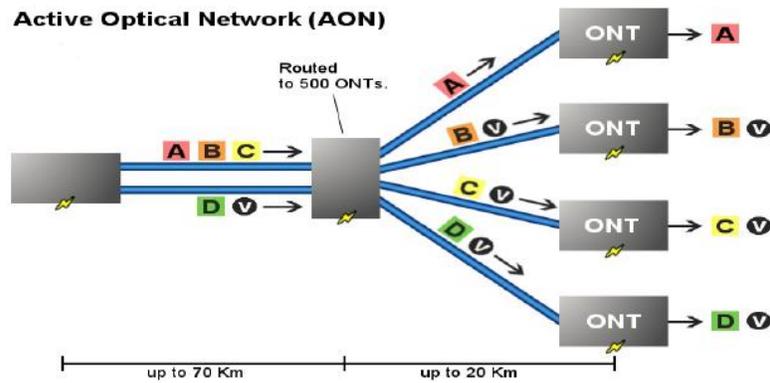


Figura No 2. Red Óptica Activa [10]

2.6.2. Redes ópticas pasivas (PON)

En la figura No 3 , redes PON (Red Óptica Pasiva), son una tecnología ampliamente utilizada y de menor costo debido a que su infraestructura no tiene componentes activos. Una red PON consta básicamente de elementos que son la OLT, ONT y divisores ópticos, divisores de longitud de onda.

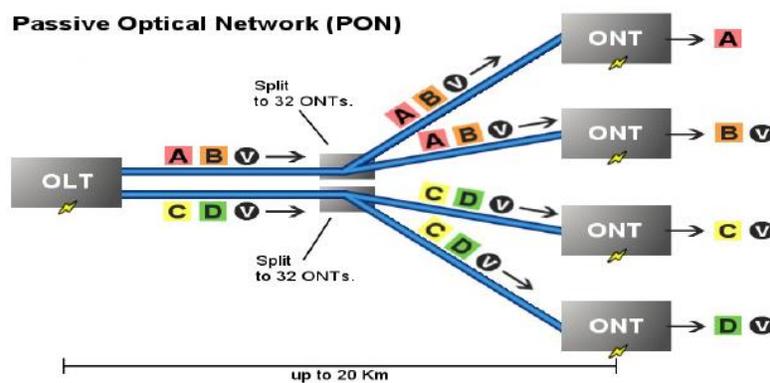


Figura No 3. Redes Ópticas Pasivas [10]

Key: **A** - Data or voice for a single customer.

V - Video for multiple customers.

2.7. Redes FTTx

2.7.1. FTTN (Fiber to the node)

Este tipo de diseño, la fibra óptica termina en un armario o comúnmente llamado gabinete, se encuentran ubicados en las calles a una distancia de 1,5 a 3 kilómetros del usuario, es decir, la fibra termina más lejos de los abonados que en FTTH y FTTB, la última conexión hasta el usuario es por medio de cable coaxial. FTTN, permite servicios de banda ancha como Internet y protocolos de comunicación de alta velocidad. Por lo general, este diseño utiliza un cable última milla coaxial o par trenzado. [12]

2.7.2. FTTB (Fiber to the Building)

Se utiliza para especificar la fibra de instalación de transporte a propiedad privada, la fibra finaliza antes de alcanzar el espacio habitable. En esta configuración, la fibra se extiende hasta el borde del edificio, como el sótano o centro comercial, y luego la conexión final llega al usuario, a través de otra tecnología complementaria (cable, DSL, powerline PLC, etc.). Se divide en dos escenarios, uno para unidades de viviendas múltiples (MDU) y otro para empresa. [10]

2.7.3. FTTC (Fiber on the curb)

También conocida como fibra hasta la acera, diseño muy similar a FTTN, la fibra llega hasta un gabinete cercano al abonado, ubicado a una distancia de 750 metros. La unidad terminal óptica (MDU) sirve para conectar grupos de clientes alcanzando grandes velocidades de 100 Kbps a 100 Mbps. La principal diferencia que presenta FTTC de las demás es por la ubicación y la proximidad que les da a los clientes, permitiendo brindar servicios de internet de banda ancha y conexión de última milla por cable coaxial. [2]

2.7.4. FTTH (Fiber to the home)

La fibra va desde el operador hasta llegar a una casa u hogar, reemplazando la infraestructura de cobre existente, como el cable de teléfono y cable coaxial. Fibra hasta el hogar, es un método relativamente nuevo que proporciona mucho mayor ancho de banda para los usuarios y empresas, permitiendo que los servicios de

internet, televisión y voz sean más robustos. Esta permite, proporcionar velocidades de transmisión bidireccionales mayores a 100 Mbps, es por ello fibra hasta el hogar que se presenta en la siguiente figura No 4, es una tecnología a prueba de futuro. [13]

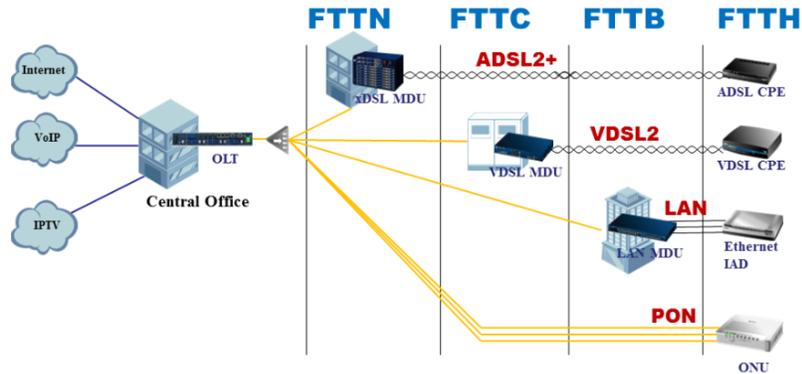


Figura No 4. Distribución Redes FTTx [13]

2.8. Tipo de multiplexación óptica

Hasta el momento, se han utilizado tres tipos de estrategias: multiplexación por división en longitud de onda, análogo de la multiplicación por división de frecuencia, la multiplexación por división de tiempo óptico, y protocolo de acceso a medios ópticos por división de código. [14]

2.8.1. Multiplexación por división de longitud de onda WDM

La Multiplexación por División de Longitud de Onda que se muestra en la figura No 5, permite la transmisión simultánea de diferentes longitudes de onda (canales) por la misma fibra óptica, logrando así aumentar la capacidad propia del medio de transmisión. [15]

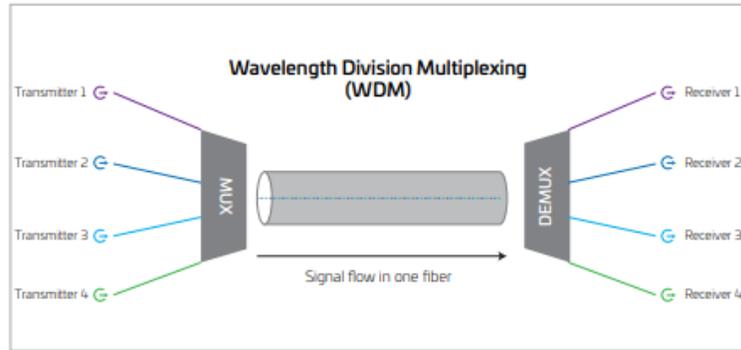


Figura No 5. Multiplexación por longitud de onda [16]

2.8.2. DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing)

Varias señales ópticas portadoras, se transmiten por un único hilo de fibra utilizando distintas longitudes de onda de un haz láser en cada una de ellas (Figura No 6). Cada portadora óptica, forma un canal óptico que podrá ser tratado independientemente del resto de canales que comparten el medio (Fibra óptica) y contener diferentes tipos de tráfico. DWDM son sistemas WDM con más de ocho o más longitudes de onda activas por fibra. [14]

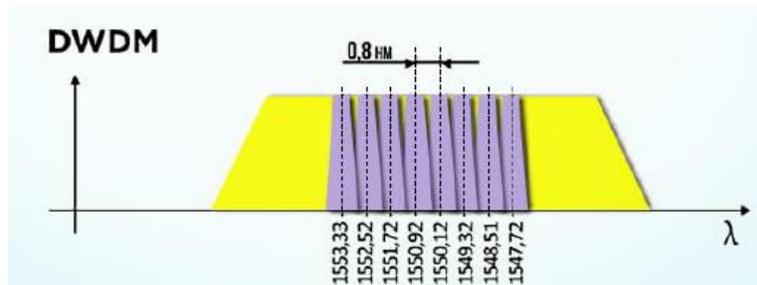


Figura No 6. Multiplexación por división de longitud de onda densa [14]

2.8.3. CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing)

Multiplexación por división aproximada de longitud de onda en la Figura No 7, permite enviar un número reducido de longitudes de onda en una fibra, pudiendo cumplir las demandas típicas de comunicación de elementos como el enlace entre una telefónica y un nodo troncal. CWDM no usa amplificadores ópticos; pero para distancias superiores a 50 Km, se usan repetidores; que permite un ahorro al lograr la simplificación de los equipos y reducir las tareas de gestión necesarias.

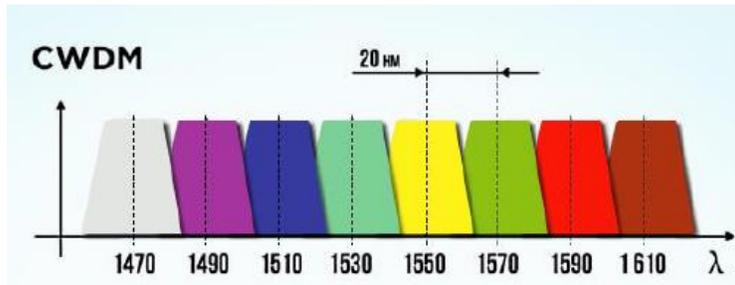


Figura No 7. Multiplexación por división de longitud de onda gruesa [14]

2.9. Topología física de la red

La topología física no es nada más que la representación geométrica de todos los enlaces que cuenta una red y los dispositivos físicos que se entrelazan entre sí. Las topologías más conocidas son: topología en bus, topología en anillo, topología en estrella y topología en malla.

2.9.1. Topología Estrella

La topología estrella (Figura No 8), es aquella en donde todos los dispositivos están conectados a un switch que es el componente central, un fallo en algún equipo es fácil de detectar y solucionar gracias al switch o hub. Cuando se aplica a una red basada en la topología estrella, este concentrador central reenvía todas las transmisiones recibidas de cualquier nodo periférico a todos los nodos periféricos de la red, algunas veces incluso al nodo que lo envió. Como desventaja debemos de contemplar que no es muy recomendable para redes de gran tamaño, debido a la cantidad de tráfico que deberá soportar y el aumento de más nodos periféricos.

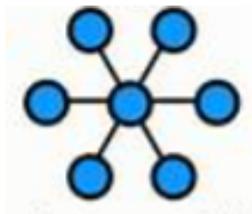


Figura No 8. Topología de estrella [17]

2.9.2. Topología de bus

Esta topología (Figura No 9), nos permite tener la red en una sola línea, de esta manera los datos son compartidos por todos en un mismo canal, en este tipo de red tenemos que añadir un sufijo al paquete de datos para que pueda llevar la información particular a la computadora que se le dirige con el sufijo. Es más favorable, debido a que requiere menos cable que una topología estrella, manejo de grandes anchos de banda. Como desventajas, se comprende que como hay un solo canal, si esta falla, falla toda la red. [18]

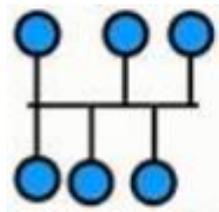


Figura No 9. Topología de bus [17]

2.9.3. Topología de árbol

La topología de árbol (Figura No 10), tiene un nodo central al cual se conectan todos los demás dispositivos para así construir una jerarquía, que debe tener como mínimo tres niveles. Sigue un modelo jerárquico; por esta razón todo nivel se encuentra conectado al próximo nivel superior bajo un esquema simétrico. Esta topología, es mejor aplicarla cuando la red es de gran tamaño, no es recomendable para una red pequeña, porque habría que utilizar más cables que otras topologías, generando un alto costo.

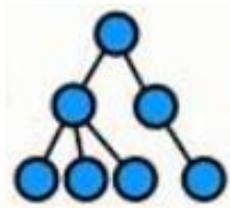


Figure 10. Topología de árbol [17]

2.9.4. Topología anillo

Esta topología (Figura No 11), nos permite conectar a las computadoras con un solo cable en forma de círculo o unidireccional cerrado. Es una arquitectura muy sólida, que pocas veces entra en conflictos con sus usuarios. La falla de una computadora altera el funcionamiento de toda la red, además las distorsiones afectan la red. Se debe observar si posee una gran cantidad de estaciones debido al rendimiento de la red.

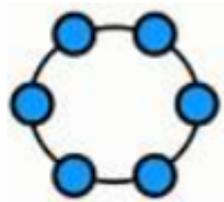


Figura No 11. Topología de anillo [17]

2.9.5. Topología malla

Esta topología de malla es una de la más robusta (Figura No 12), está completamente conectada, el rendimiento no decae cuando muchos usuarios utilizan una red, no requiere un servidor o nodo central, con lo que se reduce el mantenimiento. Como desventaja de dicha topología es el costo de la red puede aumentar en los casos que se implemente de forma alámbrica. [18]

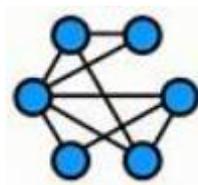


Figura No 12. Topología de malla [17]

3. Diseño Metodológico

El método que se utilizó en la investigación es de tipo aplicado, dado que consiste en analizar la factibilidad técnica de la red diseñada para determinar si es posible la implementación de una nueva red. La recopilación de datos de la red actual, se realizó mediante encuestas dirigidas a los usuarios con el fin de calificar el servicio brindado por la empresa Tv Cable y si estarían a favor de una mejora de servicio con una nueva tecnología.

Para llevar a cabo los objetivos propuestos en el presente trabajo se realizaron las siguientes etapas:

Primera Etapa: Se llevó a cabo un análisis comparativo entre las tecnologías HFC y GPON, considerando los parámetros necesarios para la implementación de la nueva red de la empresa Tv Cable Kukra Hill.

Segunda Etapa: Se analizó la infraestructura de la red existente en el sector de Kukra Hill y se llevaron a cabo encuestas dirigidas a los usuarios sobre el diseño de la nueva red GPON-FTTH.

Tercera Etapa: Se realizó la selección de equipos reutilizables para el proceso de migración de la red de HFC a GPON-FTTH, incluyendo la configuración de equipos claves en la nueva red como Access Point y enrutamientos de OLT.

Cuarta Etapa: Como parte de la conclusión del trabajo, se realizó un análisis económico con el fin de determinar el periodo de recuperación de la inversión de la empresa Tv Cable en la migración de red.

3.1. Estudio Técnico

En la siguiente sección se abordó las características técnicas de la tecnología GPON-FTTH en relación a la televisión por cable.

3.1.1. HFC

HFC (Hybrid Fiber Coaxial), es una tecnología de transmisión de datos que combina fibra óptica y coaxial, para transmitir señales de televisión por cable y brindar servicios de banda ancha.

Algunas de las características técnicas de HFC son:

- ❖ Capacidad de banda ancha: HFC proporciona una capacidad de banda ancha que permite la transmisión de señales de televisión de alta definición y servicios de video bajo demanda.
- ❖ Compatibilidad: HFC es compatible con una amplia gama de dispositivos, lo que facilita la implementación y el uso de los servicios de televisión por cable.
- ❖ Interferencia: Debido a que HFC utiliza una combinación de medios, puede verse afectado por la interferencia electromagnética, lo que puede afectar la calidad de transmisión.
- ❖ Límites de escalabilidad: A medida que el tráfico de dato aumente, HFC puede tener limitaciones en términos de escalabilidad y no ser capaz de manejar un aumento de tráfico de datos en el futuro.
- ❖ Velocidad: HFC proporciona una buena velocidad de transmisión, lo que permite una experiencia de usuario satisfactoria para los servicios de televisión por cable.

3.1.2. GPON-FTTH

GPON es un estándar aprobado por la ITU-T, que garantiza velocidades hasta 2.5 Gbps en redes de fibra óptica (Figura No 13). El funcionamiento principal descrito por este estándar se caracteriza, como su nombre indica, por el uso de elementos pasivos para la distribución de señales. Las recomendaciones de la serie G.984.X que son de obligado cumplimiento por las operadoras. La norma ITU-T G.984.X, es

una recomendación muy extensa y compleja que ayuda a sentar las bases de diseño y certificación de GPON, además, de proporcionar un amplio criterio que busca optimizar los recursos, la interoperabilidad de quipos en redes GPON, lo que facilita la expansión y el desarrollo de redes de fibra óptica para el acceso de banda ancha.

La red GPON, es una tecnología moderna con los estándares más altos de transmisión frente a tecnologías de acceso anteriores como son ADSL, ADSL2, ADSL2+, cable modem. Por este motivo, en el estudio de diseño realizado se analizaron las ventajas y desventajas de usar una red GPON.

- **Ventajas de usar red de acceso GPON son:**

- ❖ Su instalación es más fácil.
- ❖ Peso del cable utilizado en esta res es mucho menor que el cobre.
- ❖ Permite una conexión sin interrupciones entre centrales y empresas.
- ❖ No presenta congestiones durante las 24 horas del día.
- ❖ El cable utilizado para esta red no presenta atenuación frente al ruido o interferencia electromagnética.
- ❖ Mejores protocolos de seguridad.
- ❖ Compatible con la tecnología digital.
- ❖ Soporta los servicios Triple Play

- **Desventajas de usar red de acceso GPON son:**

- ❖ La red no está extendida en todas las zonas de la ciudad.
- ❖ Costo de instalaciones elevadas.
- ❖ Fragilidad en el cable utilizado en la red.
- ❖ Los técnicos de mantenimiento de la red deben poseer certificaciones.
- ❖ Equipos terminales con costos altos.

Según se análisis realizado, la utilización de la red GPON tiene mayores ventajas; mientras que las desventajas que presenta, son resueltas con proyección a un

tiempo determinado de uso y la rápida recuperación de lo invertido porque alcanza a mayor cantidad de clientes y con mayor velocidad.

Para hacer una conexión GPON, se realizará uniendo los puertos de la OLT con los puertos terminales de la ONT. Esto nos permitirá ubicar en este punto un divisor pasivo que ayudará a que el flujo de información enviada por el OLT pueda ser repartida equitativamente a las NAP, y se puede utilizar un divisor pasivo (splitter) de diferentes puertos (1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64), este tipo de red toma el nombre de punto a multipunto.

Básicamente, en una red GPON se cuenta con que en la OLT podrá asignar un ancho de banda estático, como también se logra utilizar un ancho de banda dinámico, esto depende de los requerimientos que necesite el usuario realizar, otra manera que esta arquitectura maneja los anchos de banda, es reduciendo el número de splitter, el reajuste para obtener mayor ancho de banda se da por la necesidad de los usuarios para tener mayor cantidad de datos.

GPON-FTTH (Fiber to the Home), es una tecnología de fibra óptica que permite la entrega de servicios de internet de alta velocidad, televisión y telefonía a través de una sola conexión de fibra óptica que va directamente al hogar del usuario.

Algunas de las características técnicas de GPON-FTTH son:

- ❖ Calidad de imagen: GPON-FTTH permite la transmisión de señales de televisión en alta definición (HD) y ultraalta definición (UHD) con una excelente calidad de imagen y sonido, lo que permite una experiencia de visualización más realista y detallada.
- ❖ Latencia baja: GPON-FTTH permite que los usuarios pueden ver televisión en tiempo real con una calidad de imagen y sonido excelente
- ❖ Canales: GPON-FTTH permite la entrega de un gran número de canales de televisión, tanto nacionales como internacionales.
- ❖ Servicios adicionales: GPON-FTTH permite la entrega de servicios adicionales como el servicio de video on demanda (VOD), que permite al

usuario ver películas y programas cuando lo desee, y servicios de streaming en tiempo real, lo que amplía la oferta de contenido.

- ❖ Velocidades de transmisión de datos: GPON-FTTH ofrece velocidades de transmisión de datos de hasta 2.488 Gbps en la dirección descendente (del proveedor al usuario) y 1.244 Gbps en la dirección ascendente (del usuario al proveedor). [19]
- ❖ Ancho de banda: GPON-FTTH ofrece un ancho de banda simétrico, lo que significa que las velocidades de transmisión de datos son iguales en ambas direcciones.
- ❖ Distancia máxima: GPON-FTTH puede cubrir distancias de hasta 20 km entre la central y el hogar del usuario.
- ❖ Diseño de red: GPON-FTTH utiliza una topología de red de árbol, en la cual una única fibra óptica se divide en varios ramales para llegar a varios usuarios.
- ❖ Seguridad: GPON-FTTH utiliza técnicas de encriptación para garantizar la privacidad y seguridad de los datos transmitidos.
- ❖ Servicios: GPON-FTTH permite la entrega de servicios de internet, televisión y telefonía a través de una sola conexión de fibra óptica.

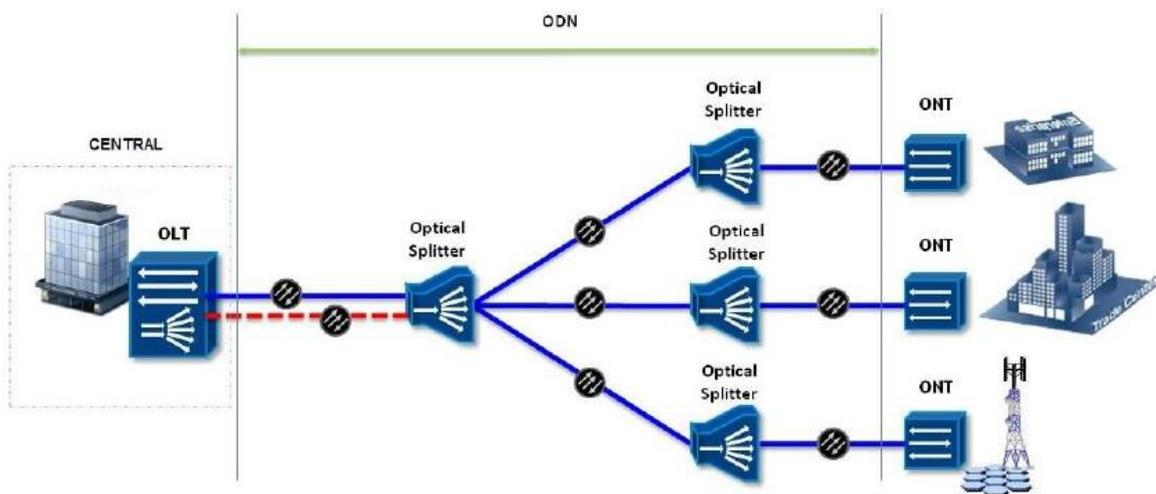


Figura No 13. Despliegue de una red GPON [13]

3.1.3. Comparación entre las tecnologías GPON-FTTH y HFC

GPON-FTTH (Gigabit-capable Passive Optical Networks – Fiber to the Home) y HFC (Hybrid Fiber Coax), son dos tecnologías utilizadas en el servicio de televisión por cable. A continuación, se presenta una comparación entre ambas tecnologías.

- ❖ Infraestructura de red: GPON-FTTH utiliza una red de fibra óptica que llega directamente hasta el hogar del usuario, mientras que HFC combina la fibra óptica con cable coaxial.
- ❖ Ancho de banda: GPON-FTTH ofrece un ancho de banda significativamente mayor que HFC, lo que significa que es capaz de transmitir una mayor cantidad de datos a través de la red.
- ❖ Interferencia: La interferencia electromagnética puede afectar la calidad de la señal en HFC, mientras que GPON-FTTH es menos susceptible a este tipo de interferencia.
- ❖ Fiabilidad: GPON-FTTH es más fiable que HFC debido a que utiliza una red de fibra óptica de extremo a extremo que tiene menos puntos de falla.
- ❖ Escalabilidad: GPON-FTTH es más escalable que HFC, lo que significa que puede manejar un mayor volumen de tráfico de datos y es más fácil de actualizar y expandir.

En resumen, GPON-FTTH ofrece una mayor capacidad de ancho de banda, es más fiable y escalable que HFC, pero es más costoso de implementar. Por otro lado, HFC es más económico y compatible con una amplia gama de dispositivos, pero tiene limitaciones en términos de ancho de banda y escalabilidad.

4. Análisis y Presentación de Resultados

4.1. Tamaño optimo

Se determinó, que brindaremos el servicio al 49.90% de la demanda total, en la cabecera del municipio hay un total de 1,002 viviendas, el cual, 500 viviendas tomaremos de referencia, dentro de las cuales se encuentran los 250 clientes con el servicio actual. Considerando que no todas las viviendas nos contrataran el servicio, otro factor importante, es que la comunidad consta con internet satelital claro.

4.2. Viabilidad técnica

La viabilidad técnica implica determinar si los recursos tecnológicos poseen compatibilidad entres si, ademas de identificar las normativas y estandar a implementar. Este análisis es fundamental para garantizar el éxito y la eficiencia en la ejecución de la migración de red.

Una red óptica pasiva, PON (Passive Optical Network), permite eliminar componentes activos existentes entre servidor y cliente, introduciendo en su lugar componentes ópticos de carácter pasivo como divisores para guiar el tráfico por la red. Su elemento principal es el dispositivo divisor óptico conocido también como splitter. La utilización de estos sistemas reduce considerablemente costos para una red de este tipo.

El estándar GPON, es una solución de acceso de alta capacidad para los servicios triple play (internet, cable, telefonía, voz ip). Una de las características más importantes es su alcance, esté oscila entre los 20 Km, aunque según su estándar, debería llegar hasta los 60 Km. Poseen distintas velocidades con el mismo protocolo, incluyendo velocidades simétricas de 622 Mbps, 1.25 Mbps y asimétricas de hasta 2.5 Gbps en enlace descendente y 1.25 Gbps en el ascendente. [20]

Se debe tener en cuenta que la información, tanto en sentido ascendente como descendente, viaja a través de la misma fibra óptica, para lo cual se realiza una multiplexación WDM (Wavelength Division Multiplexing). WDM, es una técnica de

transmisión por fibras óptica, que consiste en multiplexar diferentes longitudes de onda en un hilo fibra. De esta manera, el espectro óptico, correspondiente a la región de bajas pérdidas en fibra, llega a dividirse en algún número de canales de pequeña capacidad.

GPON, ha sido estandarizada por la ITU-T y aprobada entre el 2003 y 2004, la cual ha sido normalizada en las recomendaciones G.984.11, G984.22 y G.984.33. [20].

La recomendación G.984.1, establece las características generales para Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits. [21] La recomendación G.984.2, contiene la especificación de la capa dependiente de los medios físicos para redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits. [22]

Finalmente, la Recomendación G.984.2, detalla la flexibilidad de acceso en fibra óptica, capaz de soportar los requisitos de banda ancha de los servicios a empresas y usuarios residenciales. La recomendación G.984.3, hace referencia a especificaciones de la capa de convergencia de transmisión para redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits. En tanto que la recomendación G.984.1, describe las características generales de un sistema PON, es decir; su arquitectura, velocidades binarias, alcance, retardo de transferencia de la señal, protección, velocidades independientes de protección y seguridad. [23]

4.3. Localización del estudio

Municipio de Kukra Hill (Figura No 14), está ubicado en la Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS), se encuentra a 30 kilómetros de la ciudad de Bluefields, al norte con el Tortuguero, al este con Laguna de Perlas, al Oeste con el Rama. Con una capacidad de 3,009 familias, según el último censo municipal realizado en el año 2008. Se definió la ubicación exacta (Tabla No 2), donde se realizó el nuevo diseño de la red de fibra óptica para la empresa Tv Cable Kukra Hill.

Coordenadas geográficas

Tabla No 2. Coordenadas geográficas de la localización

Nombre	Kukra-Hill, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, Nicaragua
Latitud	12°14'33"N
Longitud	83°44'52"W



Figura No 14. Localización exacta donde se realizó el estudio

Fuente: Google Earth

4.4. Capacidades técnicas en la transmisión datos

La capacidad de transmisión varía en dependencia de la necesidad del cliente, hoy en día se ofrecen conexiones, tanto simétricas como asimétricas. Esta técnica de transmisión de datos se basa en el modo de transferencia asíncrona o conocida como (ATM), el cual es el protocolo de señalización de la capa para la transmisión de datos Downstream y Upstream dividiendo la distancia de señal por kilómetros hasta la última milla. A continuación, en la tabla No 3 mostramos los diferentes estándares de la red de fibra óptica. [24]

Tabla No 3. Diferentes estándares de red de fibra óptica

Redes	B-PON	GE-PON	G-PON
Standard	ITU-T G.893	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984
Downstream data rate	600 Mbit/s	1 Gbit/s	2.4 Gbit/s
Upstream data rate	150 Mbit/s	1 Gbit/s	1.2 Gbit/s
Transmission Format	ATM	Ethernet	Ethernet+TDM + ATM

4.5. Definición del ancho de banda por puerto

Para definir el ancho de banda promedio que se puede ofrecer por cliente, se divide el ancho de banda máximo por puerto entre el número de usuario que se pueden llegar a ofrecer.

$$BW \text{ Max PON} = 2.5 \text{ Gbps Downstream} / 1.25 \text{ Gbps Upstream}$$

$$Max \text{ ONT PON} = 128 \text{ Usuarios}$$

$$BW \text{ Promedio/ Usuario} = 20 \text{ Mbps Downstream} / 10 \text{ Mbps Upstream}$$

Los valores mostrados se obtienen principalmente de nuestros equipos a utilizar en nuestra nueva red, como lo es la OLT ZTE C320-16, la cual trabaja con las recomendaciones realizadas por la ITU-T G.984 para GPON [23]. Los canales ascendentes y descendentes 2.5 Gbps Downstream / 1.25 Gbps Upstream permanece constante debido a que la OLT a ocupar utiliza dicha recomendación, a diferencia de los 128 usuarios por puerto, y por último se procede a realizar el ancho

de banda por usuario teniendo en cuenta la cantidad total de usuarios por puerto y velocidades en los canales.

La velocidad de bajada en la entrada de un splitter no varía en los diferentes puntos de la red, ya que es la misma, gracias por el medio de fibra óptica se mantiene los mismos valores desde el tramo inicial hasta la última milla. Más adelante, el operador puede utilizar más puertos del OLT si es necesario escalar la red para aumentar su capacidad de usuarios máximos sin tener que hacer cambios en la topología o en los ONT de los clientes.

El ancho de banda de la televisión depende la definición de la imagen que se va a transmitir. Existen dos tipos de definición:

- ❖ Definición estándar (SDTV, por sus siglas en inglés Standard Definition TV).
- ❖ Alta definición (HDTV, por sus siglas en inglés High Definition TV).

Para un canal de televisión en definición estándar SDTV, será necesario tener una conexión de 1.5 Mbps y para un canal de HDTV una conexión de 8 Mbps, si se transmiten varios canales distintos. Actualmente, existe una demanda en servicios de televisión de alta definición por parte de los usuarios, debido al aumento del porcentaje en la adquisición de televisores HDTV en los hogares.

También existe la posibilidad de que los abonados deseen ver un programa HDTV mientras recibe o graba otro, ya sea en HD o SD. Por tal razón, se añade el ancho de banda para canales SDTV y HDTV simultáneos para determinar el requerimiento por cada abonado. Por ejemplo, para 3 canales de SDTV se necesitan 4.5 Mbps o bien 11 Mbps para dos canales de SDTV y un canal HDTV por lo menos. A este ancho de banda hay que sumar el necesario para la conexión de internet (Tabla No 4).

Tabla No 4. Ancho de banda requerido

Ancho de banda requerido para el servicio de televisión e internet	
Servicio de Televisión por cable + 20 Mbps de bajada/10 Mbps de subida	\$ 50.99
Servicio de Televisión por cable + 15 Mbps de bajada/10 Mbps de subida	\$45.99
Servicio de Televisión por cable + 10 Mbps de bajada/10 Mbps de subida	\$38.99

4.5.1. Capacidad de usuarios de la red

Para brindar cobertura en el municipio de Kukra-Hill, utilizaremos 4 de los 16 puertos PON del OLT, cada puerto tiene una capacidad máxima 128 usuarios. Esto también, va ofrecido a través de los 85 splitters, mufas y cajas terminales. Esto se determinó haciendo uso de Google Earth para determinar los potenciales domicilios que podrían contratar el servicio de internet de alta velocidad. Actualmente, se ofrecen velocidades de 20 Mbps, 10 Mbps y 5 Mbps por una tarifa mensual considerable.

4.5.2. Cálculo de atenuación

Para el diseño de un enlace de red, es importante tomar en cuenta varios parámetros, con el fin de asegurar que el proyecto sea confiable y poder garantizar que se brinden servicios que satisfagan los requerimientos de los usuarios. Por ello, se hace necesario realizar un cálculo para determinar la atenuación total del enlace. Se deben tomar en cuenta las pérdidas que son introducidas por todos los elementos de la red, ya que por cada elemento que se incluya en la red se tienen pérdidas. Los valores de atenuación que se muestran en la tabla No. 5 se obtienen de los Datasheet de los equipos que se van a utilizar en el diseño de la nueva red y la cantidad, mediante la planificación del diseño de la red.

Tabla No 5. Cálculo de atenuación

Valores de atenuación		
Descripción	Atenuación (dB)	Cantidad
Conectores	0.4	2
Empalmes	0.1	4
Splitter 1x8	10.5	1
Splitter 2x8	11.2	1
Fibra ADSS 12 Hilos	0.22	1.15 km
Fibra ADSS 48 Hilos	0.22	1.4 km
Cable Drop	0.21	0.07 km
Margen de seguridad	3	3

A continuación, definimos las principales variables en nuestro sistema:

X₁= Pérdidas por conectores

X₂= Pérdidas por empalmes

X₃= Pérdida en el splitter 1x8

X₄= Pérdida en el splitter 2x8

X₅= Pérdida por atenuación de distancia de la fibra ADSS 12 hilos

X₆= Pérdida por atenuación de distancia de la fibra ADSS 48 hilos

X₇= Pérdida por atenuación de distancia de la fibra drop

Y₁= Margen de seguridad

Ecuación #1 para calcular el valor total de atenuación de la red:

$$AT = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + Y_1$$

$$AT = 0,8[dB] + 0,4[dB] + 10,5[dB] + 11,2[dB] + 0,23[dB] + 0,25[dB] + 0,0154[dB] + 3[dB]$$

$$AT = 26.3 [dB]$$

Tomando en cuenta la distancia total de la troncal debido a la redundancia y la distancia más larga del cable de fibra óptica de 12 hilos, así mismo, la distancia más larga del cable drop. El margen se deja por cualquier variación de las pérdidas, ya sea por conectores y empalmes, que su atenuación puede variar.

4.6. Topología de la red

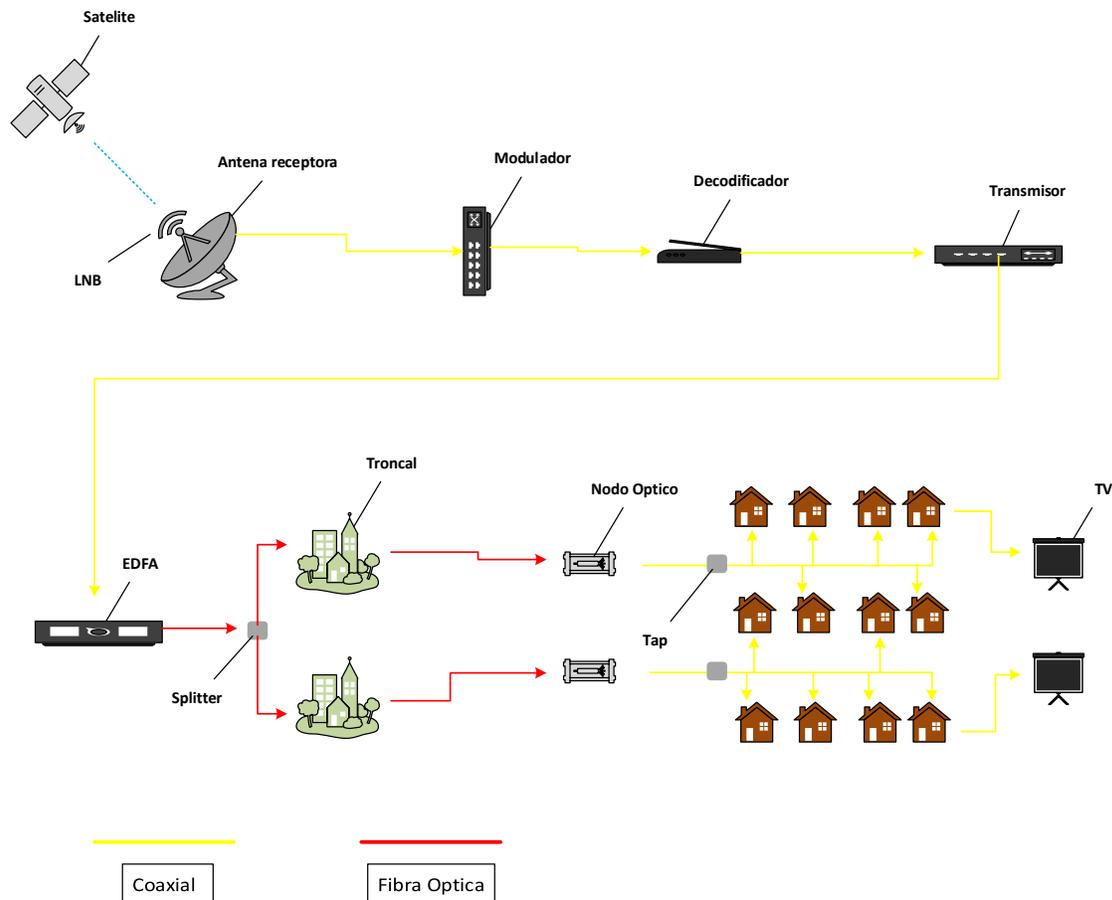


Figura No 15. Topología de la red

En la figura No. 15, la red está basada en una tecnología que es un híbrido entre fibra óptica y cable coaxial o también llamada HFC. Partimos desde la antena receptora, encargada de recibir las señales del satélite para luego pasar a los equipos encargados de modular y decodificar esa señal, finalmente el transmisor y el edfa, encargados de enviar la señal con mucha potencia a través del cable de fibra óptica.

La señal lumínica llega al nodo óptico que debe convertir esta señal a eléctrica para que así pueda viajar a través del cable coaxial. A partir de este punto, llegamos al usuario final con cable coaxial, pasando por el tap encargado de distribuir la señal.

4.7. Elementos de la red HFC

4.7.1. Antena

Los satélites, permiten transmitir señales de radio en áreas específicas de la tierra. Para recibir señales de satélite, la cabecera debe tener una antena parabólica apuntada al satélite deseado para recibir programación. Las antenas parabólicas, se caracterizan por su operación de alta frecuencia y alta ganancia, y son muy populares para la recepción en radios de microondas, enlaces satelitales y sistemas de cable. En la figura No 16, se puede mostrar la antena parabólica utilizada en la red actual de la empresa Tv Cable.



Figura No 16. Antena Parabólica

4.7.2. LNB (Low Noise Block)

LNB (Low Noise Block): El elemento principal de la antena, es un bloque de bajo ruido que recibe la señal reflejada del reflector. Una vez que recibe las señales reflejadas de alta frecuencia, las convierte en señales de baja frecuencia para que puedan ser compatibles con los receptores, por lo general, las señales de satélite están en la banda C, donde incluye rangos de frecuencia de 3,7 a 4,2 GHz y de 5,9 a 6,4 GHz, o banda Ku de 12 a 18 GHz. En la figura No 17, se puede observar dos tipos de LNB que se utilizan en la red actual de la empresa Tv Cable.



Figura No 17. Low Noise Block

4.7.3. Modulador

Es el dispositivo, encargado de colocar la portadora en la banda base de video y audio, que combina las señales de video y audio y las convierte en señales de radiofrecuencia para su distribución por el sistema de cable. Los moduladores se pueden monitorear y controlar de forma remota. Este equipo, utiliza la modulación WDM. En la figura No 18, se mostró el Modulador Head-End 24 in 1, utilizado en la cabecera de la empresa Tv cable.

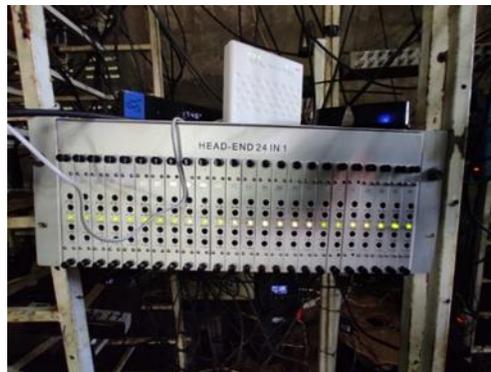


Figura No 18. Modulador

4.7.4. Fuente de poder

Es un elemento activo en la red HFC. Su objetivo es convertir los 110 VAC de la red a 60 VAC o 90 VAC para alimentar dispositivos activos en la red HFC (Figura No 19). Cuenta con una fuente de energía de respaldo (paquete de baterías) que se activa en caso de falla de energía, lo que evita que los usuarios que dependen del nodo pierdan el acceso a los servicios de telecomunicaciones.



Figura No 19. Fuente de poder [1]

4.7.5. Nodo óptico eléctrico

Es uno de los componentes más relevantes en una red HFC, cuya función del nodo es recibir señal óptica la cual viene libre de distorsión, ruido o interferencia desde largas distancias y convertirla en una señal RF que es transmitida hacia la red de distribución en cable coaxial, haciendo así que la señal pueda ser transportada hasta los otros elementos de la red como son los amplificadores y taps. Es un componente activo, es decir, requiere corriente eléctrica para trabajar. En la figura No 20, se mostró el CATV Optical Receiver, modelo OR303, el cual es utilizado en la conversión de la señal de Rf de la empresa Tv cable.



Figura No 20. Nodo óptico eléctrico

4.7.6. Amplificador RF

Es un componente activo en la red HFC, restaura la señal atenuada debido a la larga distancia o una gran cantidad de usuarios (Figura No 21), necesita regenerar la señal para brindar un servicio de alta calidad. Además de amplificar, también

cumplen la labor de ecualizar; es decir, entregar una pendiente adecuada para compensar las pérdidas en altas frecuencias del cable coaxial.

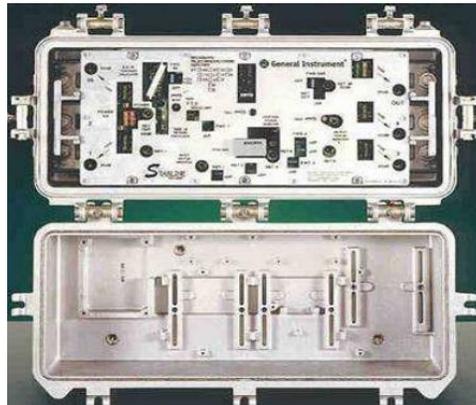


Figura No 21. Amplificador RF [5]

4.7.7. Divisores (Splitter)

También conocidos como divisores, son componentes pasivos en una red que ayudan a dividir las señales de radiofrecuencia en diferentes direcciones, en la red troncal HFC los hay de 2 y 3 salidas. En la figura No 22, se mostró un spllitter CATV utilizado en la empresa Tv cable.



Figura No 22. Splitter

4.7.8. Multitap

Es el último componente de la red HFC y es un elemento pasivo cuya función es distribuir la señal a los clientes, pueden ser de 2, 4 y hasta 8 puertos. En la figura No 23, se mostró un multitap utilizado en la empresa Tv cable en la red HFC.



Figura No 23. Multitap

4.7.9. Acoplador direccional

Es un dispositivo pasivo, se utilizan para extraer niveles de señal de redes HFC, para extraer señales en el enrutamiento de cables principales o troncales, creando puntos de distribución en redes HFC (Figura No 24). Se diferencia de Splitter en que su salida maneja diferentes niveles de atenuación.



Figura No 24. Acoplador direccional [5]

4.7.10. Terminal de línea

Los dispositivos tienen forma de tapa de 75 ohmios, se inserta en uno de los extremos del Multitap cuando estos son de tipo no terminal y se convierten en el final del ramal de distribución, tal como se muestra en la Figura No 25.



Figura No 25. Terminal de línea [5]

4.7.11. Conectores

Los conectores, son elementos que se utilizan para conectar los componentes que componen un sistema CATV o HFC. Deben cumplir con los siguientes requisitos: proporcionar un perfecto acoplamiento mecánico, ser fijos y estables, contacto eléctrico con muy baja resistencia en los dos conductores, evitar fugas y la pérdida de retorno debe ser muy baja, como se observa en la Figura No 26.



Figura No 26. Conectores [5]

4.7.12. Cable Coaxial

Es un medio de transmisión compuesto por un conductor central, un dieléctrico, un blindaje y una funda, como se muestra en la Figura No 27. Se pueden encontrar con el mensajero (para fijarlo en tendido aéreo). Hay muchos tipos de cables coaxiales, cada uno con diferentes diámetros, características mecánicas, eléctricas y de atenuación de RF. Se puede utilizar para transmitir señales tanto analógicas como digitales.

Los tipos de cable utilizados en la red HFC son:

- Cable coaxial .500: Se utiliza para la distribución de redes troncales debido a su baja atenuación en largas distancias. Las características incluyen un

diámetro de conductor central de 2,77 mm, una impedancia de 75 ohmios y un dieléctrico con un diámetro nominal de 11,43 mm.

- Cable coaxial RG 11: Utilizado para conexiones de edificios. Diámetro del conductor central 1,63 mm, impedancia 75 ohmios, diámetro dieléctrico 7,11 mm.
- Cable coaxial RG 6: El cable utilizado para conectar casas o apartamentos. Tiene un conductor de 1,0 mm, impedancia de 75 ohmios, diámetro dieléctrico de 4,57 mm.



Figura No 27. Cable Coaxial [1]

4.7.13. Cable fibra óptica

Es un método de transmisión, que consiste en una fina capa de vidrio que conduce la luz. Los filamentos tienen aproximadamente el tamaño de un cabello humano, tal como se muestra en la Figura No 28, es decir, alrededor de 0,1 mm. El cable de fibra óptica consta de núcleo, cubierta, cable, tensor y chaqueta. Es muy utilizado en telecomunicaciones porque permite enviar grandes cantidades de datos y es inmune a las interferencias electromagnéticas.

Existen dos tipos de fibra:

- Fibra monomodo: Son fibras que solo transmiten luz en un modo, es decir, la luz se propaga de una sola manera debido a su núcleo muy estrecho. Los tamaños más comunes son 5/125 μm , 8/125 μm y 9/125 μm .
- Fibras Multimodo: Son fibras que permiten múltiples modos de propagación de la luz, es decir, los posibles caminos que puede tomar la luz dentro de la

fibra por tener un núcleo grueso. Los tamaños más comunes son 50/125 μm , 100/125 μm y 62,5/125 μm .

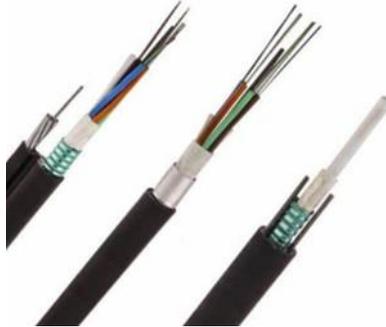


Figura No 28. Cable Fibra Óptica

4.8. Elementos de la red GPON

4.8.1. Terminal de línea óptica (OLT)

Terminal de línea óptica (OLT), es un equipo que integra diferentes elementos con las funciones de transmisión, recepción y distribución de señales a como se observa en la Figura No 29. Se ubica en las instalaciones de cabecera FTTH del operador y se conectan a la red a través de los armarios de distribución óptica.



Figura No 29. OLT [24]

4.8.2. Terminal de red óptico (ONT)

Terminal de red óptico es un equipo instalado en la ubicación del usuario final, como se puede apreciar en la Figura No 30. Transformando la señal óptica en señal eléctrica para su distribución por el interior de la vivienda, así como la señal de: video, datos, voz.



Figura No 30. ONT [24]

4.8.3. Splitter

Un divisor óptico o splitter, se encarga de dividir el haz de luz en varios haces para la distribución. Hay que tener en cuenta las pérdidas introducidas por los divisores a la hora de diseñar una red FTTH para conseguir un balance correcto de potencias. En la figura No 31, se muestra un splitter óptico 1x8 utilizado en la empresa Tv cable.



Figura No 31. Splitter

4.8.4. Conectores ópticos

Los conectores ópticos, se utilizan para unir dos tramos de fibra óptica al igual que los empalmes, con la diferencia que los conectores pueden acoplarse o desacoplarse sin ningún tipo de repercusión permanente como los empalmes. Pueden ser de diferentes tipos, existen los metálicos para terminaciones FC o ST y los plásticos para terminaciones SC y LC. La pérdida máxima por conector debe ser de 0.5 dB y deben estar protegidos contra suciedad y golpes ambos lados del conector. A continuación, se muestran los diferentes tipos de conectores ópticos en la Figura No 32.



Figura No 32. Tipos de Conectores [13]

4.8.5. Patchcords

Los Patchcords, se utilizan para la conexión entre el ODF y los equipos ópticos, se presentan mediante cordones con conectores en sus extremos, de constitución simplex o dúplex de alta densidad y estabilidad frente a entornos variables (temperatura, vibraciones, etc.), de longitud variada, diseñados para reducir considerablemente el espacio de las conexiones hacia los armarios, como se puede apreciar en la Figura No 33.



Figura No 33. Patchcords [13]

4.8.6. Mufa

La mufa, es utilizada para proteger las fusiones en trabajos de fibra óptica, su diseño de cierre central contiene un sello de seguridad, además protege de la humedad y al aire del interior de la cavidad que contiene de las fibras ópticas. Posee una mecánica, hermética y de gran resistencia a cualquier condición climática y es de

fácil acceso para ampliación e inspección. En la figura No 34, se muestra una mufa utilizada en la empresa Tv cable.



Figura No 34. Mufa

4.8.7. NAP (Network Access Point)

La caja NAP, es el punto de terminación de la red de distribución, es el lugar donde empieza la acometida al abonado, en el NAP se encuentran los splitter de segundo nivel. En la figura No 35, se muestra una caja NAP utilizada en la empresa Tv cable.

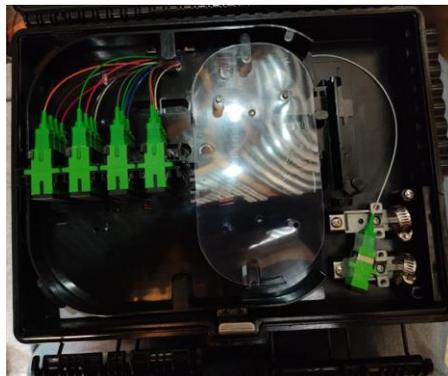


Figura No 35. NAP

4.8.8. Cable Drop

Los cables drop, son los cables que llevan la señal óptica desde el NAP hasta el ONT, que se encuentra en el domicilio del usuario. Está compuesto por cables ópticos auto soportados de baja cantidad de fibras con su mensajero como se puede observar en la Figura No 37, utilizado en la empresa Tv cable.



Figura No 36. Cable Drop

4.9. Proceso de encuesta sobre la calidad del servicio de la red existente

4.9.1. Introducción y Planteamiento del problema

Esta encuesta, tiene como principal propósito demostrar la calidad del servicio prestado a la población, además de observar la vulnerabilidad de dicha red para una futura migración a GPON-FFTH.

4.9.2. Objetivos de la encuesta

La obtención de dato para nosotros es muy importante, para la continua mejora del servicio brindado a nuestra población de Kukra Hill, podemos encontrar las debilidades de la red actual y así poder abastecer a la conformidad del cliente.

4.9.3. Analisis de resultados

Recopilación de datos: Dicha encuesta se aplicó a 102 clientes actuales de dicha empresa en el municipio de Kukra Hill, en donde se movilizaron 2 personas capacitadas acerca del tema abordado, la recepción de datos a los encuestado fue una muestra del 40.8% de los clientes de la empresa, donde el total de clientes de la empresa Tv Cable Kukra Hill es de 250. Se realizaron encuestas en español e inglés criollo, 51 encuestas en cada idioma. Cabe mencionar que en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS) se manejan muchos dialectos, pero el que predomina es el inglés criollo por consiguiente optamos por elaborar las encuestas en dicho idioma, ya que es el que predomina en esta región, las encuesta

se realizaron casa a casa, los días 16,17,18 de agosto de 2023. A continuación, las preguntas realizadas a la población de Kukra Hill.

- 1) ¿Cómo se siente usted con el servicio brindado por la empresa “Tv Cable Kukra Hill”?
- 2) Considera usted que el servicio de atención al cliente de la empresa “Tv Cable” Kukra Hill es satisfactorio.
- 3) La empresa “Tv Cable” Kukra Hill, le facilita soporte técnico, ¿Le gustaría?
- 4) ¿Le gustaría que la empresa Tv Cable “Kukra Hill” ampliara su área de cobertura?
- 5) ¿Considera que los precios son lo justo?
- 6) ¿Cómo cree usted que podemos mejorar los servicios que se le brindan a la población de Kukra Hill?
- 7) Recomendaría nuestro servicio a algún amigo, vecino o familiar. Justifique su respuesta.
- 8) ¿Le gustaría que realizáramos una migración con el servicio de fibra óptica hasta el hogar, donde le podemos brindar servicio de internet y televisión por cable?
- 9) ¿Estaría dispuesto a pagar un costo adicional para tener el acceso a internet por medio de fibra óptica?
- 10) Describa sugerencias o recomendaciones para mejorar nuestros servicios.

4.9.4. Resultados de encuesta

1. ¿How do you feel about the service provided by the company "Tv Cable Kukra Hill"?

51 respuestas

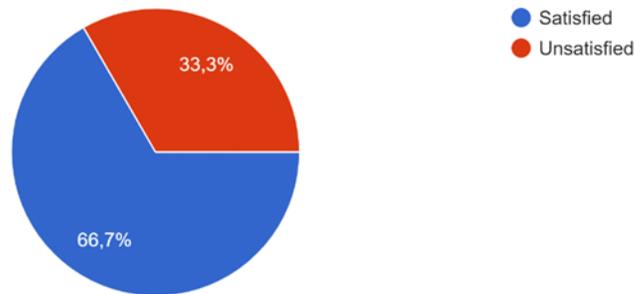


Figura No 37. Resultado de la Pregunta 1

En la primera pregunta, la cual en español significa ¿Cómo se siente con respecto al servicio que brinda la empresa “Tv Cable Kukra Hill”? Los usuarios de la empresa Tv Cable Kukra Hill por mayoría de votos con el 66.7% equivalente a 34 de 51 encuesta realizada en inglés, estuvieron de acuerdo que el servicio brindado por la empresa “Tv Cable Kukra Hill” es satisfactorio

2. ¿Do you consider that the customer service of the company "Tv Cable" Kukra Hill is satisfactory?

51 respuestas

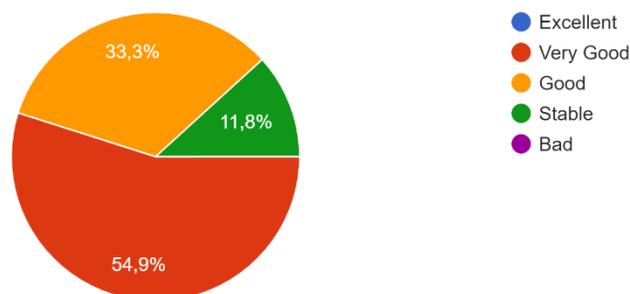


Figura No 38. Resultado de la Pregunta 2

En la segunda pregunta, la cual en español significa ¿Considera que el servicio al cliente de la empresa “Tv Cable” Kukra Hill es satisfactorio? Los usuarios de la

empresa Tv Cable Kukra Hill por mayoría de votos con el 54.9% equivalente a 28 de 51 encuesta realizada en inglés, estuvieron de acuerdo que el servicio brindado por la empresa "Tv Cable Kukra Hill" es muy bueno, cabe destacar que el 45.1% de la población considera que se puede mejorar el servicio brindado.

3. The company "Tv Cable" Kukra Hill, provides technical support, would you like it?
51 respuestas

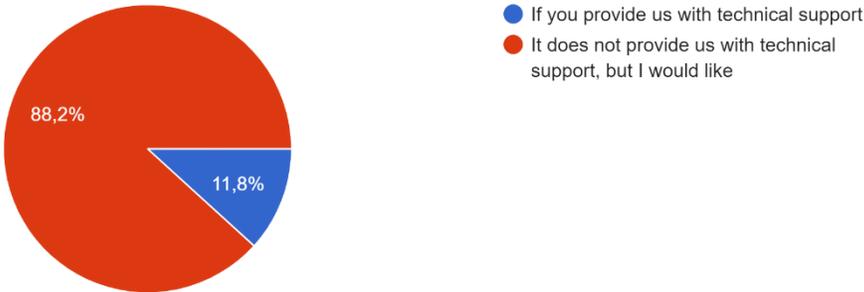


Figura No 39. Resultado de la Pregunta 3

En la tercera pregunta, la cual en español significa, La empresa "Tv Cable" Kukra Hill, brinda soporte técnico, ¿te gustaría? Los usuarios de la empresa Tv Cable Kukra Hill por mayoría de votos con el 88.2% equivalente a 45 de 51 encuesta realizada en inglés, estuvieron de acuerdo que les gustaría que la empresa le brindara soporte técnico para cualquier emergencia con el servicio brindado.

4. ¿Would you like the TV Cable company "Kukra Hill" to expand its coverage area?

51 respuestas

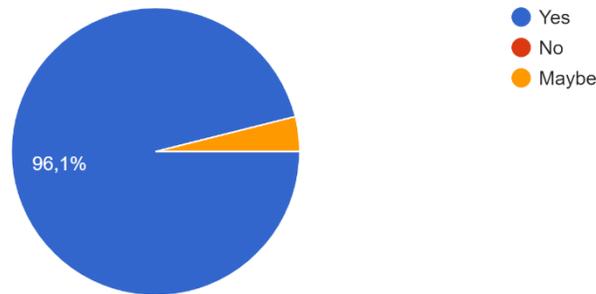


Figura No 40. Resultado de la Pregunta 4

En la Cuarta pregunta, la cual en español significa ¿Le gustaría que la empresa de TV Cable "Kukra Hill" ampliara su área de cobertura? Los usuarios de la empresa Tv Cable Kukra Hill por mayoría de votos con el 96.1% equivalente a 49 de 51 encuesta realizada en inglés, les gustaría que la empresa se extendiera por toda la región de Kukra Hill para poder llegarle a más gente con nuestros servicios de televisión por cable y próximamente con el servicio con el servicio de Fibra Óptica.

5. ¿Do you think the prices are fair?

51 respuestas

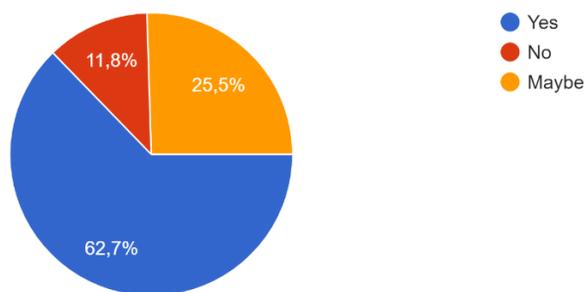


Figura No 41. Resultado de la Pregunta 5

En la Quinta pregunta, la cual en español significa ¿Crees que los precios son justos? Los usuarios de la empresa Tv Cable Kukra Hill por mayoría de votos con el 62.7% equivalente a 32 de 51 encuesta realizada en inglés, considera que los

precios son lo justo y un 11.8% equivalente a 6 de 51 personas encuestado opinan que no son justo por algunos problemas en el servicio de televisión por cable.

6. ¿How do you think we can improve the services provided to the population in Kukra Hill?

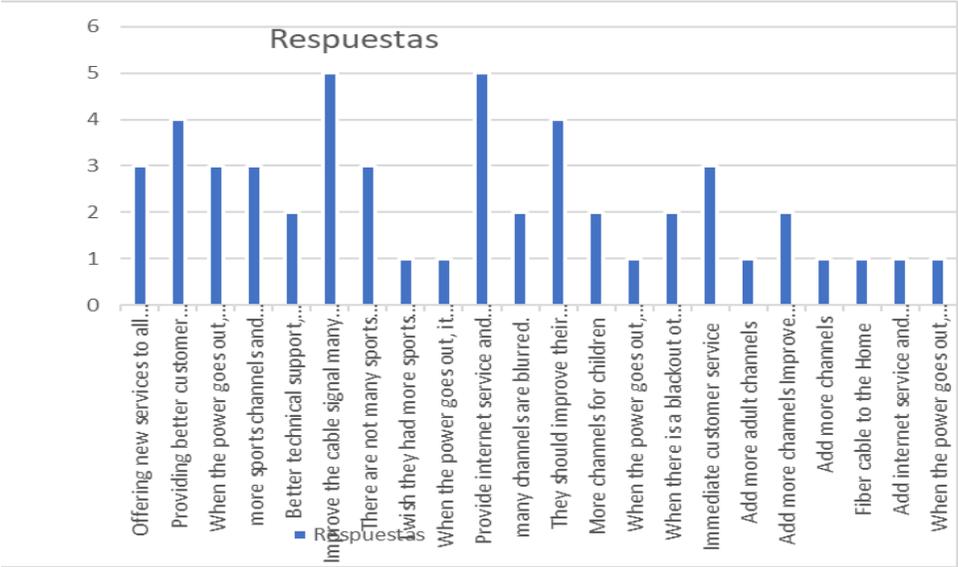


Figura No 42. Resultado de la Pregunta 6

En la Sexta pregunta, la cual en español significa ¿Cómo crees que podemos mejorar los servicios que se brindan a la población de Kukra Hill? Los usuarios de la empresa Tv Cable Kukra Hill tuvieron diferentes opiniones, entre las más destacada serían: Cuando se va la energía, componga la señal del cable más rápido. Deberían mejorar la señal, ya que a veces no se ven bien los canales, principalmente el canal 10 (Noticias). Brindar nuevos servicios a la población como sería el servicio de internet o fibra hasta el hogar, variedad de canales en la programación del cable, más canales para niños, para adultos y deportes. Brindar un mejor servicio de soporte o servicio al cliente cuando se va la energía y restaurar los canales de forma inmediata.

7. ¿Would you recommend our service to a friend, neighbor or relative? justify your answer

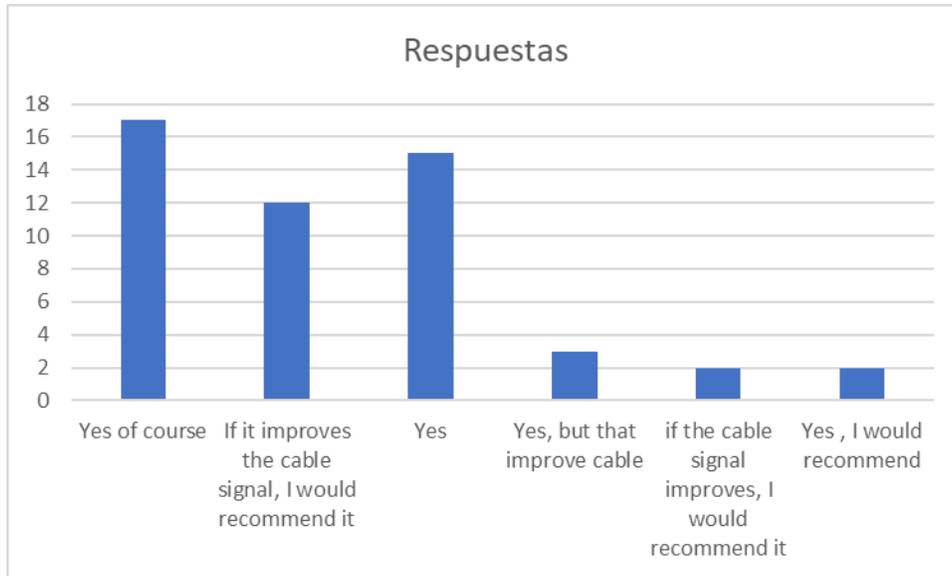


Figure 43. Resultado de la Pregunta 7

En la Séptima pregunta, la cual en español ¿Recomendaría nuestro servicio a un amigo, vecino o familiar? Los usuarios de la empresa Tv Cable Kukra Hill consideran en su mayoría recomendar el servicio brindado por la empresa, pero a la vez recomiendan mejorar la señal de cable para un mejor servicio a sus usuarios.

8. ¿Would you like us to carry out a migration with the fiber optic service to your home, where we can provide internet service and cable television?

51 respuestas

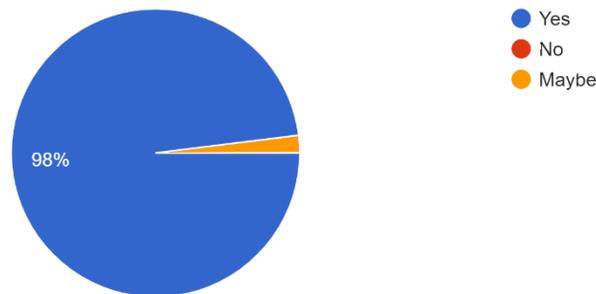


Figura No 44. Resultado de la Pregunta 8

En la Octava pregunta, la cual en español significa ¿Le gustaría que realizáramos una migración con el servicio de Fibra Óptica hasta el hogar, donde le podemos

brindar el servicio de internet y televisión por cable? Los usuarios de la empresa Tv Cable Kukra Hill por mayoría de votos con el 98% equivalente a 50 de 51 encuesta realizada en inglés, les gustaría que la empresa hiciera la migración a fibra óptica y con el servicio de internet.

9. ¿Would you be willing to pay an additional cost to have Internet access through fiber optics?
51 respuestas

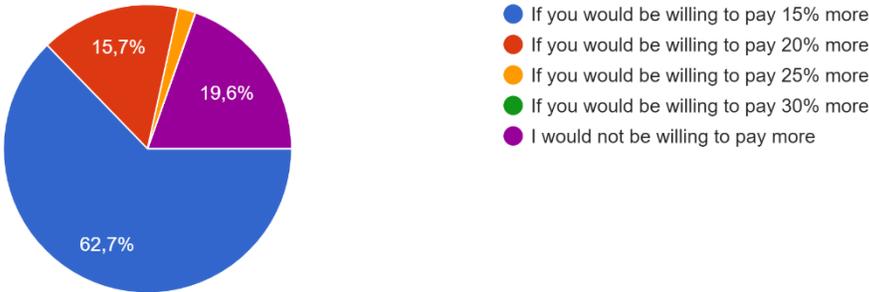


Figura No 45. Resultado de la Pregunta 9

En la Novena pregunta, la cual en español significa ¿Estaría dispuesto a pagar un costo adicional por tener acceso a Internet a través de fibra óptica? Los usuarios de la empresa Tv Cable Kukra Hill por mayoría de voto con el 62.7% equivalente a 32 de 51 encuesta realizada en inglés, consideran que estarían dispuestos a pagar un 15% adicional al precio actual del servicio que reciben para obtener el servicio de internet por Fibra óptica, un 15.7% equivalente a 8 de 51 personas encuestadas opinan que podrían pagar hasta un 20% más del monto actual para tener el servicio de internet , Y el 19.6 equivalente a 10 persona de 51 no estarían dispuestas a pagar más por el servicio de internet, porque la situación económica del país no lo permite debido a los diferentes gastos que se tiene en el hogar.

10. Write suggestions or recommendations to improve our services

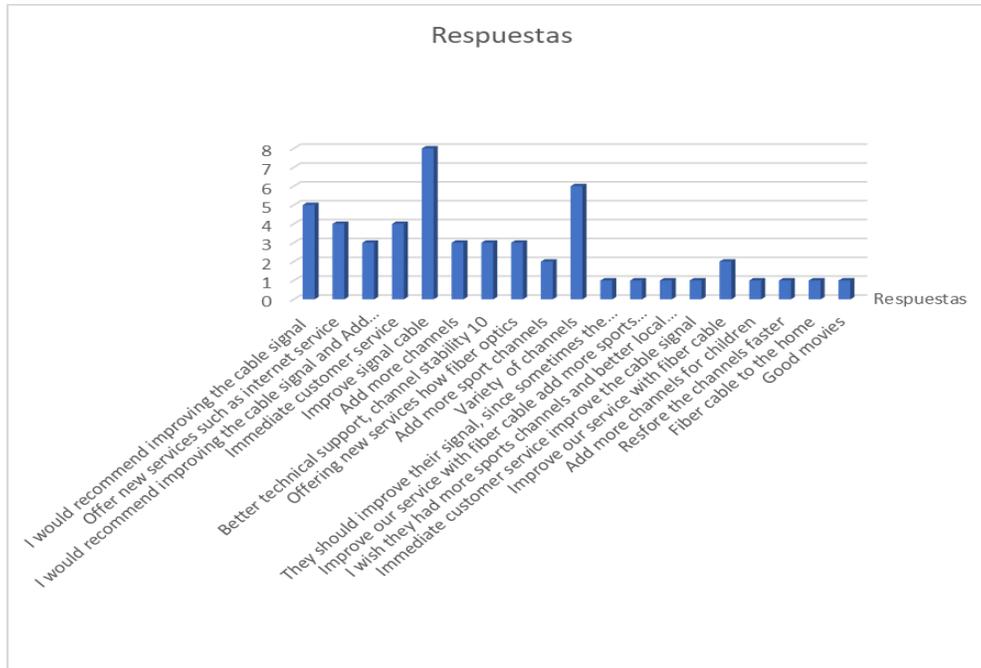


Figura No 46. Resultado de la Pregunta 10

Las recomendaciones que nos brindaban nuestros clientes eran: Mejorar la señal de cable, ofrecer nuevos servicios como el servicio de internet, mejor servicio al cliente, variedad de canales y buenas películas.

4.9.5. Conclusiones de encuesta

Como resultado de la encuesta realizada en el municipio de Kukra Hill, se identificó que el 80% de la población se quejan porque regularmente experimentan problemas de mala señal, además de la inestabilidad de la señal ocasionada por los bajones de luz en esta zona, esto ocasiona que los equipos en la oficina central se reinicien completamente y suelen demorarse más de lo normal, es por ello que el técnico encargado deberá acudir a la oficina a encender los equipos para restablecer la señal a cada uno de nuestros clientes. También, se pudo apreciar el descontento de la población por la variedad de canales y películas, las cuales no son de su agrado. Sugieren que tengamos una alta variedad de canales tantos de adultos, jóvenes y niños, que todo sea equitativo.

Esto nos dió a entender, que el servicio de televisión por cable mediante la red HFC existente no cumple con las necesidades de una mejor calidad de la señal para el usuario. En este municipio, existe el servicio de internet claro por recargas y televisión satelital que solamente abastece a una parte super pequeña y el medio que se utiliza es por radioenlace de microondas. La población encuestada, que es el 48% de los clientes actuales de la empresa Tv Cable Kukra en su mayoría con un 98% opino que le gustaría tener una migración de la red de HFC a Fibra Óptica debido a las grandes ventajas que traería para su hogar.

4.10. Vulnerabilidad de la Red

Los cables coaxiales son utilizados por las compañías de Internet y televisión de todo el mundo para facilitar la transferencia de datos, como la comunicación de video y voz. Al igual que otros cables, son propensos a dañarse con el tiempo.

- ❖ El daño físico surge de una presión inadecuada o excesiva sobre el cable durante la instalación. Por ejemplo, durante la instalación, el radio de curvatura y el espacio entre el escudo y el conductor interno deben ser uniformes en toda la longitud.
- ❖ El daño por agua afecta la capacidad del cable para transferir datos, lo que lo hace presentar interferencias. Incluso las grietas más pequeñas en la superficie exterior del cable pueden permitir que el agua penetre en el semiconductor interno.
- ❖ Robo de servicio, muchas personas tienden a robar el servicio haciendo un corte en el cable y conectar otro cable para su hogar, esto tiene como consecuencia que los demás clientes que siguen la línea, la señal que le llega es super mala.

Estos problemas con el tiempo comienzan a provocar interferencias y al cliente se le ve imagen borrosa, audio distorsionado, esto también presentan caídas del servicio.

4.11. Diseño de la nueva Red

Como en cualquier diseño de un sistema de comunicaciones de fibra óptica, debe diseñarse a partir de una serie de procedimientos importantes como la especificación de los parámetros técnicos del sistema (ancho de banda, número de clientes, número de puertos PON). Los alcances de la infraestructura de red, análisis de ancho de banda. Se toma como punto de partida el número de clientes máximo a los que vamos a brindar el servicio, para así definir los requerimientos técnicos del sistema y evaluar las dimensiones de la red y su capacidad de transmisión. A continuación, se muestra la simbología del diseño de la nueva red en la Tabla No 6.

Tabla No 6. Simbología del Diseño de la nueva red

SIMBOLOGÍA DISEÑO NUEVA RED			
ÍTEM	SÍMBOLO	NOMBRE	CANTIDAD
1		POSTES	200
2		USUARIOS	500
3		MUFAS	9
4		NAP	76
5		ANTENAS	6
6		FIBRA 48 HILOS	1,340 metros
7		FIBRA 12 HILOS	8,167 metros
8		CABLE DROP	16,000 metros

4.11.1. Cabecera (Planta)



Figura No 47. Cabecera de la red

En esta área, es donde se encuentran el sistema donde se generan las señales que se distribuirán por toda la red, tal como se muestra en la Figura No 47. Aquí se encuentran equipos de recepción terrestre, vía satélite como son: antenas, moduladores, decodificadores, Edfa, OLT, transmisor, baterías de respaldo, etc.

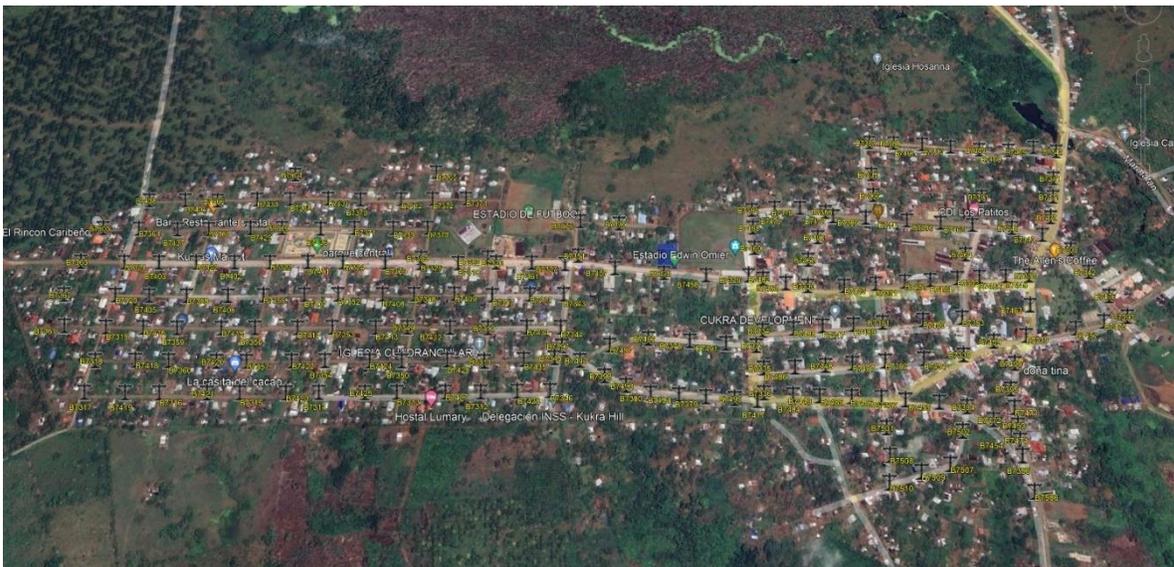


Figura No 48. Levantamiento de postes

Actualmente, la empresa cuenta con 200 postes alquilados de la empresa Unión Fenosa en la zona céntrica del municipio de Kukra-Hill, para nuestro estudio utilizamos la misma cantidad de postes, como se observa en la Figura No 48, lo cual, en un futuro puede variar si más usuarios contratan el servicio y la red necesita escalar.

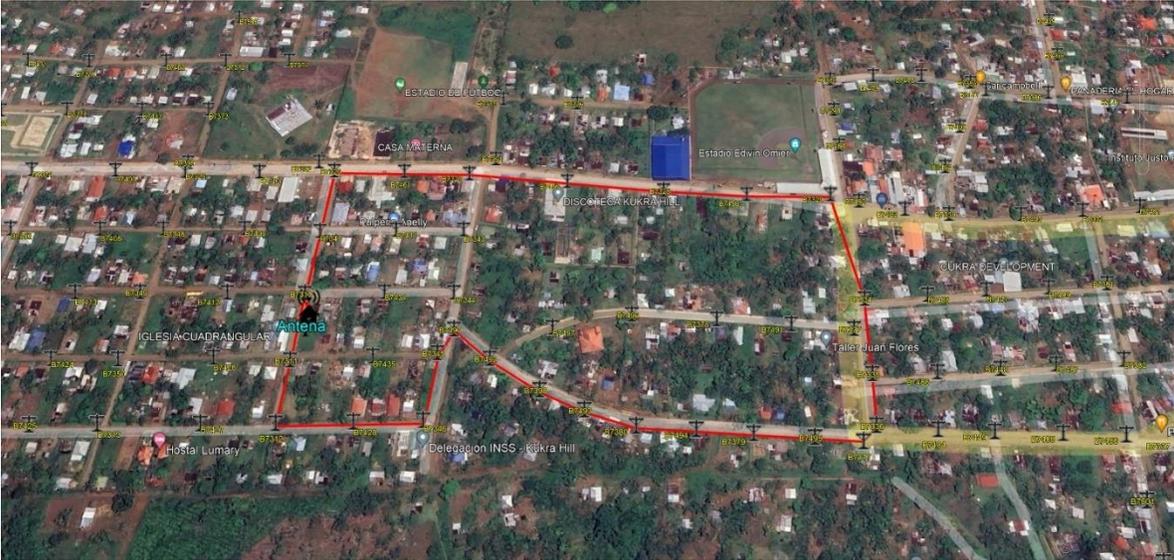


Figura No 49. Ruta troncal en anillo

En la Figura No 49, se utilizó la topología de anillo, es más viable ya que una de sus ventajas es que, al momento de cortes parciales o totales del cable de fibra óptica podemos conmutar el enlace rápidamente, de esta manera se evita que los clientes queden sin servicio. Cuenta con un cable ADSS de 48 hilos, por lo cual, este tipo de diseño es el más adecuado para la ampliación de la red hacia nuevos horizontes ya que por cualquiera de sus nodos podemos expandirla por la alta capacidad de puertos y de esta manera ampliar la transmisión de estos servicios.



Figure 50. Ruta de Derivaciones

De la red troncal se encuentran las mufas con splitter 2x8 es dividir la señal para su distribución tomando en cuenta la redundancia, luego, vienen las derivaciones que se encargan de llevar la información al abonado por la ruta más óptima, saliendo de la red troncal que se divide en la mufa a un cable de ADSS de 12 hilos que llegara hasta cada una de las 72 cajas de empalmes (NAPS), que cuentan con un splitter 1x8, para luego llegar al usuario mediante un cable drop, tal como se observa en la Figura No 50.

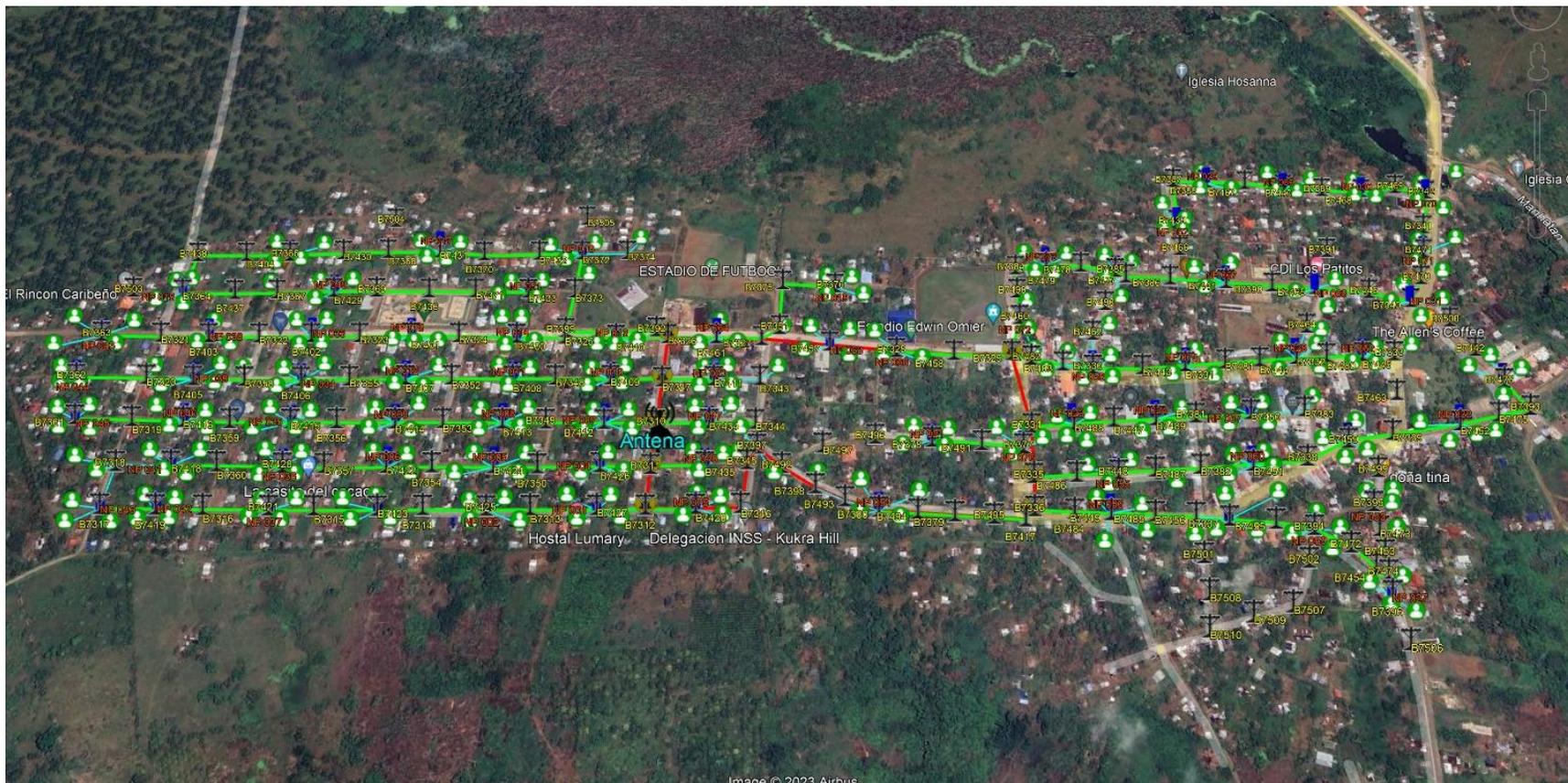


Image © 2023 Airbus

Figura No 51. Despliegue de la red

Para brindar una cobertura eficiente, se determinó utilizar la topología de anillo en la red troncal y la topología de estrella en sus derivaciones, utilizando el esquema de despliegue de corriente eléctrica, ya que la implementación de la red se hará utilizando el posteo de Unión Fenosa, como se observa en la Figura No 48. Se escogieron estas topologías, debido a que presenta mayor eficiencia ya que se puede brindar servicios a más cantidad de usuarios, además de tener bajo costo de instalación.

Este tipo de despliegues aéreos son más económicos que la construcción de conductos subterráneos, además, son capaces de salvar obstáculos, lo que los dota de flexibilidad y una facilidad a la hora de la instalación. Por el contrario, el tendido de cable provoca un mayor impacto visual en el entorno que le rodea, más aún si este pasa por un área de tránsito. Además, al estar a la vista, es vulnerable ante sabotajes e inclemencias del entorno que pueden afectar a la integridad de la instalación.

Parte del tendido de la fibra, es la ubicación de reservas del 10% para futuras intervenciones de la red, se deben de considerar 1 soporte para reserva (crucecita) y sus accesorios para engrapar el cable al poste, en cada poste donde se encuentre una caja de distribución o caja terminal, en la Figura No 52, se muestra dónde van ubicado estos elementos de sujeción del cable de fibra óptica.



Figura No 52. Proceso para sujetar cable

Proceso de instalación.

- El preformado debe instalarse directamente sobre el conductor.
- Enroscar el preformado alrededor del cable.
- Se tiene que tener presente que las marcas de color deben coincidir, desde ese punto debe enroscarse hacia el extremo del herraje.
- Instalar el guardacabo en el extremo del herraje.
- Asegurar el guardacabo junto con el herraje a la abrazadera.



Figura No 53. Ubicación de cruceta (reserva)

La instalación de crucetas es proyectada para el almacenamiento de reservas de fibra óptica a lo largo del tramo, su posicionamiento en la estructura se realiza a través del soporte de fijación, tal como se puede observar en la Figura No 53.

Para realizar el acondicionamiento de reservas se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Las reservas deben ser instaladas preferentemente en cambios de dirección en el tramo, zonas de desniveles, inicio de vanos mayores, cruces (vías, ríos).
- Es necesario realizar la instalación de reservas en crucetas que no superen el radio mínimo de curvatura del cable de fibra óptica.

- El acondicionamiento de reservas debe realizarse de forma ordenada, para ello es necesario la ubicación de cintillos.
- Una buena práctica para la instalación de reservas es que estas deben instalarse separadas a 500 metros aproximadamente entre sí, para así tener un óptimo funcionamiento de la red.

4.12. Equipos a utilizar en la red a implementar

4.12.1. OLT ZTE C320-16 OLT chasis +1GTGH C++: OLT chasis + 1 GTGH (16 PON cplusplus), 10Gbps, AC power. rack&fram&cable



Figura No 54. OLT ZTE C320-16

OLLT ZTE C320 mostrada en la Figura No 54, es una plataforma convergente de acceso óptico de servicio completo, el cual brinda una calidad de servicio (QoS) de clase portadora y una red confiable para cumplir con los requisitos para la implementación a pequeña escala de servicios FTTx.

Tabla No 7. Características de OLT

Características OLT ZTE C320-16	
Entorno operativo	25 °C ~ +55 °C
Puertos	8 GPON, 16 PON, 24 P2P
División	1:128
Alcance físico	20 km
Longitud de onda	1550 nm
Módulo de energía	AC Power, Admite redundancia DC

4.12.2. ONT CGG-F782CW: GPON ONT 1GE + 1FE + CATV + WIFI



Figura No 55. ONT CGG-F782CW

La serie CGG-F782CW es fibra hasta el hogar FTTH de acceso multiservicio GPON ONT que se observa en la Figura No 55. Se basa en un rendimiento de costos maduro, estable y Buena tecnología GPON, cuenta con Gigabit Ethernet Wifi y Cable Tv (RFOG) Tecnología. La serie CGG-F782 tiene un mayor ancho de banda, mayor fiabilidad, fácil gestión y buena calidad de Servicio (QoS) garantía, cumple con los requisitos de la ITU G.984 además de tener buena compatibilidad con OLT de terceros fabricantes como Huawei, ZTE y Fiber home.

Tabla No 8. Características de ONT CGG-F782CW

Características de ONT CGG-F782CW	
Potencia Rx minima	-27 dBm
Potencia Rx maxima	-8 dBm
Puertos	Ethernet (RJ45), Puertos pots, CATV RF
Wlan Switch	Wi-fi
Conectores	SC
Longitud de onda	1310 nm, 1550 nm
Transmisión	Voz, Data, Video

4.12.3. SFP (Small Form- Factor Pluggable) GPON

Es un módulo óptico o transceptor utilizado en redes de comunicaciones para transmitir y recibir datos de cables de fibra óptica o cables de cobre. Hay diferentes tipos de SFP, como SFP para fibra óptica monomodo o multimodo. los SFP pueden tener diferentes velocidades de transmisión, como 1G(Gigabit), 10G (10 Gigabit) como se muestra en la Figura No 56, o incluso mayores velocidades, dependiendo de las necesidades de la red.



Figura No 56. SFP+ 10GB

Tabla No 9. Características de SFP+ 10GB

Características de SFP+ 10GB	
Estándar IEE	SR, LR, ER, ZRC, WDM/DWDM, BIDI
Tipo de conector	LC Dúplex
Distancia de transmisión	30 km – 100 Km
Longitud de onda	1270nm - TX/1330nm -RX ,1490nm TX/1550nm - RX o viceversa
Velocidad	10 GBPS

4.12.4. Switch S2928E L3-lite Series



Figura No 57. Switch S2928E

Tabla No 10. Características de Switch S2928E

Características de Switch S2928E	
Entorno operativo	-20 °C ~ +50 °C
Puertos	24 Ethernet TX, 4 SFP+
Alcance físico	20 km
Módulo de energía	AC Power 100 V

4.12.5. Cable ADSS-120-span

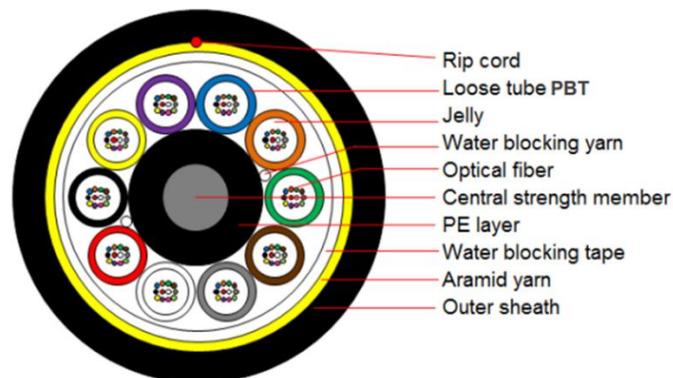


Figura No 58. Cable ADSS-120-span

Tabla No 11. Características de Cable ADSS-120

Características de Cable ADSS-120		
Número de hilos de fibras	48	12
Número de fibra por tubo	12	6
Span	120m	120m
Peso	96 kg/Km	85 kg/Km
Diámetro	11.5 mm	10.9 mm
Atenuación	0.22 dB/Km	0.22 dB/Km
Operación	-20 °C ~ +60 °C	-20 °C ~ +60 °C

4.12.6. Cable Drop GJYXFH

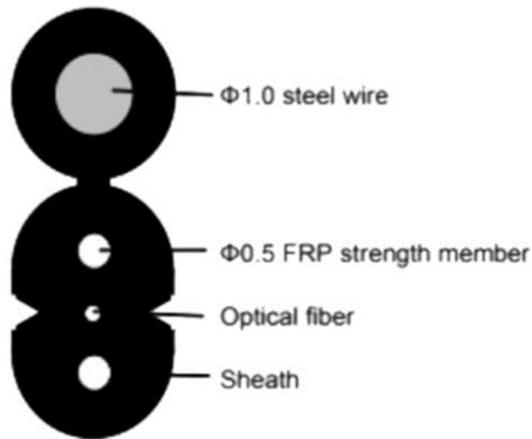


Figura No 59. Cable Drop GJYXFH

Tabla No 12. Características de Cable Drop GJYXFX

Característica de Cable Drop GJYXFH	
Entorno operativo	-40 °C ~ +50 °C
Atenuación	0.21 dB/km
Radio de curvatura	Sin tensión (80 mm) Con tensión (40 mm)
Peso	13 kg/km

4.12.7. Mufa CV009



Figura No 60. Mufa CV009

Tabla No 13. Características de Mufa CV009

Características de Mufa CV009	
Diámetro	288mm×178mm
Peso	1550 g
Numero de puertos de entrada/ salida	5 piezas
Capacidad de empalmes	4 – 48 empalmes
Entorno operativo	-40 °C ~ +65 °C

4.12.8. Preformada GUY GRIP JS-4



Figura No 61. Preformada GUY GRIP JS-4

Tabla No 14. Características Preformada Guy Grip JS-4

Características de Preformada GUY Grip JS-4	
Diámetro	8,4 mm
Peso	0.125 kg
Rotación	Izquierda
Material	Alambre de acero galvanizado
Entorno operativo	-40 °C ~ +65 °C

4.12.9. Network Access Point (NAP)



Figura No 62. NAP

Tabla No 15. Características NAP a utilizar

Características de la Nap a utilizar	
Capacidad	SC 8 puertos, Splitter 1x8 SC
Entorno operativo	-40 °C ~ +85 °C
Estándar de prueba	13
Peso	1.0 kg

4.12.10. Conectores SC/APC

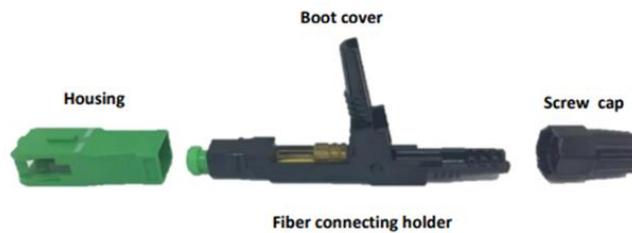


Figura No 63. Conectores SC/APC

Tabla No 16. Características de conectores SC/APC

Características de Conectores SC/APC	
Diámetro	3.0x2.0 mm
Pulido	APC
Perdida de inserción	Min 0.25 dB – Max 0.4 dB
Entorno operativo	-40 °C ~ +85 °C

4.12.11. Splitter SC/APC

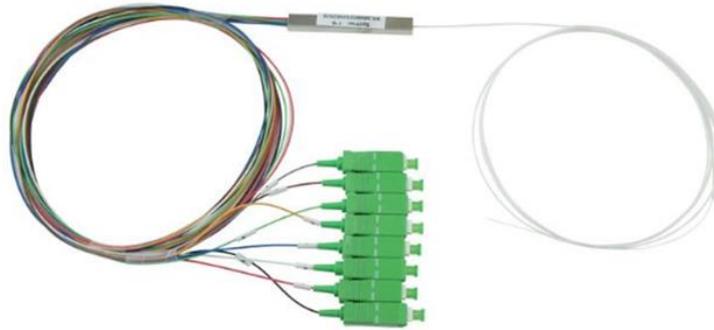


Figura No 64. Splitter SC/APC

Tabla No 17. Características de splitter SC/APC

Características de Splitter SC/APC		
Configuración	1x8	2x8
Pulido	APC	APC
Perdida de inserción máxima	10.5 dB	11.2 dB
Tipo de fibra	G.652D/G.657A1/G.657A2	G.652D/G.657A1/G.657A2
Entorno operativo	-40 °C ~ +85 °C	-40 °C ~ +85 °C

5. Estudio de Costo

5.1. Costos de operación

Los Costos de operación u Operation Expenses (OPEX), por sus siglas en inglés , son los costos recurrentes asociados con el funcionamiento diario y regular de una empresa. En nuestro análisis, tomaremos en cuenta los principales costos y gastos recurrentes que implica una óptima operatividad y gestión de la red. Se tomó como referencia el promedio de afectaciones mensuales y el costo promedio de una intervención típica. como se muestra en la Tabla No 18, aquí se considera el costo de desplazamiento de las cuadrillas e intervención de la red.

Tabla No 18. Costos Operativos

Promedio de afectaciones mensuales	Costo promedio \$	Costo operativo anual \$
15	60	10,800

5.2. Costos de inversión de capital

La inversión del capital o capital Expenses (CAPEX), por las siglas en inglés, se pone en práctica cuando un negocio invierte en una compra de un activo fijo o para ingresar el valor a uno existente, alargando la vida útil para prolongar a más allá del año imponible. Se identifican las inversiones que sean necesarias en toda la estructura de la red, desde el nodo de distribución, los puertos del OLT, los Splitter, cajas de distribución, etc, y la de los clientes. Tanto en la obra civil, los equipos activos y pasivos, materiales e instalaciones.

Tabla No 19. Lista de equipos a reutilizar

Lista de equipos a reutilizar		
Ítem	Cantidad	Materiales
Materiales Activos		
1	3	Modulador
2	60	Decodificador
3	1	Transmisor
4	2	Edfa
5	1	Wifi
6	3	Baterías respaldo
7	1	Ventilación
Materiales Pasivos		
8	1	Antena parabólica banda C
9	2	Antena SKY
10	1	Antena parabólica banda KU
11	2	Antena E58
12	2	LNB banda C
13	2	LNB banda KU
14	7	Splitter 1x8
15	3,000 metros	Cable coaxial RG6
16	120	Conectores
17	2	Splitter 2x8

Tabla No 20. Lista de equipos actuales

Lista Equipos Actuales					
Ítem	Cantidad	Descripción	Ítem	Cantidad	Descripción
Materiales Activos			Materiales Pasivos		
1	1	Wifi	18	1	Antena parabólica banda C
2	3	Modulador	19	2	Antena SKY
3	60	Decodificador	20	1	Antena parabólica banda KU
4	1	Transmisor	21	2	Antena E58
5	2	Edfa	22	7	Splitter 1x8
6	10	Patch Cord SC	23	9 km	Cable coaxial RG6
7	3	Baterías respaldo	24	4 km	Cable coaxial RG11
8	1	Ventilación	25	50	Tap
9	1	Kit de fusionadora	26	5	Mini nodo
10	2	Escalera	27	4	Amplificadores
11	1	Mesa	28	2	LNB banda C
12	2	Asientos	29	2	LNB banda KU
13	1	Cinturón de seguridad	30	720	Conectores
14	1	Kit de herramienta manual	31	6 km	Fibra Óptica 8 hilos
15	1	OTDR	32	2	Splitter 2x8
16	1	Vehículo (Camioneta)			
17	1	Medidor de potencia			

Tabla No 21. Precios de Materiales Nuevos

Lista de Materiales Nuevos				
Ítem	Descripción	Precio unitario \$	Cantidad	Precio total \$
Materiales Activos				
1	ONT CGG-F782CW	52.88	600	31,728
2	SFP monomodo 10 KM 10 GB	120	18	2,160
3	Switch S2928E L3-lite Series	300	1	300
4	OLT ZTE C320-16	4,700	1	4,700
Materiales Pasivos				
5	Fibra ADSS 48B1 G652D	4,450	1,480 metros	4,450
6	Fibra Óptica ADSS 12 hilos	1.40	8,310 metros	11,634
7	Cable Drop G.657	94	16,200 metros	1,530
8	Mufa Coyote PLP 48 hilos	162	9	1,458
9	NAP 8 puertos	26	76	1,976
10	Acopladores	39 (Caja de 24)	608	1,014
11	Conectores SC	33 (Caja de 24)	1,248	1,716
12	Splitters	11.62	85	988
13	Patch Cord SC/APC SM	2.50	20	50
14	Herraje tipo D	1.86	400	745
15	Cinta bandi ¾	115	6	690
16	Hebilla bandi ¾	0.15	200	30
17	Preformadas 8.4 mm	1.90	150	285
18	Cruceta Galvanizada	28	18	504
TOTAL				65,958

Tabla No 22. Análisis de costo de Capital CAPEX

Análisis de costo del capital CAPEX				
Servicio	Cantidad	UM	Precio Unitario	Precio Total
Instalación de splitters	85	UND	\$13.40	\$1140.00
Instalación de cajas terminales	76	UND	\$12.00	\$912.00
Instalación de mufa óptica	1	UND	\$35.00	\$35.00
Acomodo de reserva en poste	1	UND	\$30.00	\$30.00
Instalación de Cable óptico 12 hilos	8310	UND	\$1.00	\$8,310.00
Instalación de Cable óptico 48 hilos	1480	UND	\$1.00	\$1,480
Instalación de cruceta	19	UND	\$10.00	\$190.00
Instalación de Patchcords	20	UND	\$1.00	\$20.00
Rotulación de cable	6	UND	\$0.50	\$3.00
Fusiones de fibra óptica	26	UND	\$50.00	\$1,300.00
Certificación de enlaces	128	UND	\$15.00	\$1,920.00
Transporte	1	UND	\$4,800.00	\$4,800.00
TOTAL, SERVICIOS				\$20,140.00
TOTAL, SERVICIOS + MATERIALES				\$86,098.00
TOTAL, SERVICIOS + MATERIALES + IVA				\$99,013.00

5.3. Costos Fijos

En esta parte se evaluaron aquellos pagos que se realizarán una única vez, o de manera periódica, para efectos de construcción de infraestructura de red se deben de tomar los siguientes pagos para empezar a brindar servicio.

- ❖ Permisos municipales: 10% sobre el valor bruto de la inversión.
- ❖ Impuestos municipales de obras civiles: \$130 mensuales.
- ❖ Alquiler de red de interconexión: \$2000 mensuales para poder brindar servicio de interconexión con internet.
- ❖ Publicidad: \$100 mensuales pagos de valla publicitaria en la entrada de la zona residencial.
- ❖ Costos administrativos: \$826 mensuales, costo asociado con la gestión y monetización de la red.

Tabla No 23. Costos Fijo Primer Año

COSTOS FIJO PRIMER AÑO			
Descripción	Periodicidad	Monto	Costo fijo ANUAL
Permisos 10%	1 vez	\$8,609.8	Pago único
Impuestos municipales	anual	\$1560	\$1,560.00
Alquiler red de interconexión	mensual	\$2,000.00	\$24,000.00
Publicidad	mensual	\$100.00	\$1,200.00
Costo Administrativo	mensual	\$826.00	\$9,912.00
Costos de venta	mensual	\$1,000.00	\$12,000.00
Renta de posteo	mensual	\$200.00	\$2,400.00
Total, costos fijos	-	-	\$59,681.00

Tabla No 24. Costos Fijo Para Los Proximos Años

COSTOS FIJO PARA LOS PROXIMOS AÑOS			
Descripción	Periodicidad	Monto	Costo fijo ANUAL
Impuestos municipales	anual	\$1560	\$1,560.00
Alquiler red de interconexión	mensual	\$2,000.00	\$24,000.00
Publicidad	mensual	\$100.00	\$1,200.00
Costo Administrativo	mensual	\$826.00	\$9,912.00
Costos de venta	mensual	\$1,000.00	\$12,000.00
Renta de posteo	mensual	\$200.00	\$2,400.00
Total, costos fijos	-	-	\$51,072.00

Cabe destacar, que se calcula el costo fijo para hacer los análisis financieros, flujo de caja, valor actual neto y Tasa interna de retorno.

5.4. Plan de Gestión Financiera

Para demostrar la viabilidad financiera de los proyectos de telecomunicaciones, se cuenta con diferentes tipos de casos de ingresos y gastos, además de estimar el número aproximado de usuarios potenciales, dada la capacidad máxima de red al igual que los pagos mensuales promedio de los clientes. Al analizar todos los datos, se procede a elaborar el flujo de caja donde se espera encontrar el periodo de recuperación descontado. Los inversores del proyecto necesitan un tiempo dado de meses u años para obtener un retorno del 100%.

5.5. Proyección de Ingreso de la Red

Esta es la proyección de ingresos según la capacidad máxima instalada para 500 clientes, se elaboraron diferentes escenarios, como se aprecia en la Tabla No 25, se calculó el ingreso total anual para poder calcular de manera más sencilla los flujos de caja. Se toma de referencia el monto de la renta promedio por abonado

para el servicio GPON con una velocidad estándar de 20 Mbps de subida y 10 Mbps de bajada.

Tabla No 25. Proyección de contratación del servicio

PROYECCIÓN DE CONTRATACIÓN DEL SERVICIO				
Lugar	Viviendas	Megas/Canales	Precio del Servicio	Cantidad Total
Kukra Hill	30	20 Mbps / 150 Canales	\$45.99	\$1,379.70
	120	15 Mbps/120 Canales	\$40.99	\$4,918.80
	350	10 Mbps /80 Canales	\$35.99	\$12,596.50
Total	500	-	-	\$18,895.00

Se procede a presentar la proyección de ingresos de la red FTTH-GPON, mostrado en la Tabla No 26, con la contratación del servicio más accesible para la población.

Tabla No 26. Proyección de ingresos de la red FTTH-GPON

Numero de Clientes	Año del Proyecto	Aumento porcentual Anual	Ingreso mensual \$	Ingreso anual \$
250	1	8,997.5	107,970
325	2	30%	11,696.75	140,361
400	3	30%	14,396	172,752
475	4	30%	17,095.25	205,143
500	5	10%	17,995	215,940

5.6. Flujo de cajas

Una vez que se realizó el cálculo de flujo de ingresos y egresos, también se evaluó que tan atractiva es esta inversión en el tiempo, cuál será su rendimiento y en cuanto tiempo se recuperará la inversión inicial, para este caso se utilizó una tasa de rendimiento de inversión del 20%.

Para que un proyecto sea realmente rentable, Debemos considerar algunos puntos importantes como la TIR (Tasa de retorno) sea mayor que la TMAR (Tasa de descuento), que la TIR haga el VPN (Valor presente neto) = 0. Si $VPN > 0$, es conveniente aceptar la inversión, ya que se ganaría más del rendimiento solicitado.

Utilizamos formulas predeterminadas en hojas de cálculo como Excel, para calcular estos parámetros financieros, nuestro costo es la inversión inicial, la cantidad de un total de \$ 99,013.00 en telecomunicaciones usamos un margen de respaldo por cualquier excedente en la inversión de 12% calculando este porcentaje por el costo inicial más la suma del mismo obtenemos un valor presente de \$110,894.56.

Una tasa de retorno de 31%, nos muestra lo rentable de este proyecto en el tiempo, ya que si TIR (Tasa Real) => TMAR (Tasa Planeada) se acepta la inversión,

Ecuación #2 para calcular el valor de la Tasa de retorno de la inversión (TIR):

$$VPN = 0 = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n} \quad [25]$$

VPN= Valor presente neto

P= inversión inicial en el año 0

FNE= Flujo neto de efectivo de año n

I= Tasa de referencia correspondiente a TMAR

Tir es la tasa de descuento que hace el $VPN=0$. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

Regla de decisión:

- Si TIR \geq TMAR se acepta la inversión
- Si TIR $<$ TMAR se rechaza la inversión

Relación Beneficio-Costo, es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad.

Ecuación #3 para calcular Relación Beneficios-Costos:

$$R_B/C = \frac{VPN (Ingresos)}{VPN (Egresos)} [26]$$

VPN = Ingresos

VPN = Egresos

Es una herramienta financiera, que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión, con el fin de evaluar su rentabilidad.

- Si la relación B/C >1 , el proyecto es rentable.
- Si la relación B/C <1 , el proyecto no es rentable

Podemos observar que el proyecto es rentable R B/C =1.3554

El valor presente neto (VAN), significa traer del futuro al presente cantidades monetarias a su valor equivalente utilizando una tasa de descuento; por ello, a los flujos efectivos ya trasladados al presente se le llama flujos descontados.

Ecuación #4 para calcular el valor presente neto (VPN = VAN):

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n} [25] \text{ donde:}$$

- FNE= Flujo neto de efectivo de año n, que corresponde a la ganancia neta después de impuestos en el año n
- P= inversión inicial en año cero
- i= tasa de referencia que corresponde a la TMAR

En la presente tabla se observa el flujo financiero de acuerdo a la VAN (valor actual neto) y la TIR (Tasa de retorno interno), en la cual se aprecia y se analiza la proyección entre los 5 años que será efectivo el proyecto

Tabla No 27. Análisis financiero (VAN y TIR)

Años	0	1	2	3	4	5
Inversión	\$ 110,894.56					
Ingresos		\$ 107,970.00	\$ 140,361.00	\$ 172,752.00	\$ 205,413.00	\$ 215,940.00
Costos		\$ 70,481.80	\$ 61,872.00	\$ 61,872.00	\$ 61,872.00	\$ 61,872.00
Depreciación y Amortización		\$ 22,178.91	\$ 22,178.91	\$ 22,178.91	\$ 22,178.91	\$ 22,178.91
Utilidad antes de impuestos		\$15,309.29	\$ 56,310.09	\$ 88,700.37	\$ 121,362.09	\$ 131,889.09
Impuestos (30%)		\$ 4,592.79	\$ 16,893.03	\$ 26,610.11	\$ 36,408.63	\$ 39,566.73
Utilidad despues de impuestos		\$ 10,716.50	\$ 39,417.06	\$ 62,090.26	\$ 84,953.46	\$ 92,322.36
Flujo Neto de Efectivo	\$ (110,894.56)	\$ 10,716.50	\$ 39,417.06	\$ 62,090.26	\$ 84,953.46	\$ 92,322.36
R B/C	1.355400978					
TMAR	20%					
TIR	31%					
VAN	\$39,412.04					

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

La Fibra Óptica hasta el hogar, es ahora una tendencia para proveedores que necesitan proporcionar nuevos y mejores servicios a la comunidad, por lo que la red de acceso FTTH, será el inicio para un mejor desarrollo tecnológico de la empresa al cual los clientes podrán tener acceso.

El objetivo principal, era realizar un estudio de factibilidad para la migración de la red HFC a red GPON-FTTH para la empresa “TV Cable” en el municipio de Kukra Hill, Nicaragua.

Donde se demostró los temas relacionados a la migración de la red, tales como las principales características de las redes de acceso y su clasificación, haciendo énfasis en las tecnologías a tratar como lo eran HFC y Fibra óptica. Se demostró las ventajas y desventajas técnicas de la red GPON-FTTH, tomando como referencia los parámetros necesarios para la implementación de la nueva red de la empresa TV Cable Kukra Hill

Se realizo un proceso de encuesta, el cual tuvo como principal propósito demostrar la calidad del servicio prestado a la población, además de observar la vulnerabilidad de dicha red para una futura migración a GPON-FFTH.

En base a las vulnerabilidades de la red actual, se elaboró la nueva red a implementar, que será completamente de Fibra óptica, con los equipos pertinentes para una mejor funcionabilidad de la red y mejor calidad de señal. Cabe destacar, que habrá equipos nuevos, como equipos que serán reutilizados en la nueva red, esto con la finalidad de que el proyecto brinde un servicio eficiente a la comunidad.

Al finalizar nuestro trabajo monográfico concluimos, que el estudio de factibilidad para la migración de la red HFC a red GPON-FTTH para el sector de Kukra Hill- Nicaragua, es rentable debido a que el estudio económico que se realizó en el apartado 5, demuestra que la VAN es mayor a cero y la TIR es mayor al 20% del

estándar internacional o en otro caso TMAR. Además de la relación Beneficio-Costo R B/C sea rentable. En este documento, se da un aporte útil para la comunidad estudiantil en general, especialmente a los estudiantes y profesores que están en la rama del estudio de las redes de telecomunicaciones.

6.2. Recomendaciones

En la realización de este trabajo monográfico, nos dimos cuenta lo altamente atractivo que resulta ser un proyecto de tan magnitud para los proveedores de servicios locales, ya que esta nueva infraestructura de red permite brindar un servicio de última generación a todo tipo de usuarios desde hogares, escuelas, hospitales y hoteles.

- Se recomienda realizar una encuesta a toda la población del municipio de Kukra-Hill y a las poblaciones de comarcas aledañas.
- Se sugiere implementar el servicio triple play (Voz, Datos, Vídeos).
- Se recomienda realizar un plan de capacitación de redes FTTH-GPON para el personal que se encargarán tanto de las instalaciones como el mantenimiento u soluciones de fallas que se presenten en la red.
- Realizar mantenimiento a los equipos que se van a reutilizar en la red para un mejor rendimiento.
- Se sugiere establecer un centro de atención al cliente 24/7, donde el usuario pueda reportar los fallos e inconvenientes, para que estos sean solucionados en el menor tiempo posible.
- Si se realiza la migración de HFC a GPON FTTH por parte de la empresa, se recomienda mantener la infraestructura de la red y los equipos en buen estado, para poder garantizar el correcto funcionamiento de la red y brindar servicios de calidad a los usuarios.

Bibliografía

- [1] C. E. López Chango y E. v. d. s. Álvarez, «Diseño y plan de migracion para la implementacion del estándar DOCSIS 3.1 en 3 nodos criticos principales de la red HFC Quito de la empresa Tv Cable,» Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15054>. [Último acceso: 16 Febrero 2022].
- [2] P. A. Pérez Herrera, «Diseño de la migracion de la red de ultima milla a GPON del Grupo Tv Cable del nodo 2A-BellaVista,» [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14049/1/UPS%20-%20ST003075.pdf>. [Último acceso: 27 Enero 2022].
- [3] E. Arguello Moscoso y P. Burneo Echeverría , «Análisis técnico y financiero para migrar la red de acceso de cobre a una red GPON de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones del Ecuador en el Cantón Azogues,» 2013. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4964/1/UPS-CT002669.pdf>. [Último acceso: 17 Febrero 2022].
- [4] R. Ferrer Mejia y J. R. Jimenez Caballero, «Migración a la red HFC del municipio de Zipaquira-Cundinamarca,» 2011. [En línea]. Available: <http://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/336>. [Último acceso: 17 Febrero 2022].

- [5] H. P. O. FREDIS DAVID ANGULO BELLIO, «DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO HFC (HIBRIDO FIBRA COAXIAL) PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIO TRIPLE PLAY.,» 2011. [En línea]. Available: <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0061865.pdf>.
- [6] B. C. Q. Issac y M. Z. M. Antonio, «ribuni,» Octubre 2022. [En línea]. Available: <http://ribuni.uni.edu.ni/4663/1/16169.PDF>. [Último acceso: 05 Agosto 2023].
- [7] GACETA, «Reglamento de uso del espectro radioeléctrico y de los servicios de radiocomunicaciones,» 11 Abril 1997. [En línea]. Available: <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/3133c0d121ea3897062568a1005e0f89/720cb37e650fa9f80625739a006142f7?>. [Último acceso: 18 Enero 2024].
- [8] I. T. Union, «International Telecommunication Union,» [En línea]. Available: <https://www.itu.int/en/about/Pages/default.aspx> . [Último acceso: 05 Agosto 2023].
- [9] D. O. Gaceta, «Gaceta , Diario Oficial,» [En línea]. Available: <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/3133c0d121ea3897062568a1%20005e0f89/720cb37e650fa9f80625739a006142f7?OpenDocument>. [Último acceso: 05 Agosto 2023].

- [10] A. Osorio G, «Redes GPON-FTTH, evolución y puntos críticos para sus despliegue en Argentina,» 2016. [En línea]. Available: <https://ri.itba.edu.ar/handle/123456789/787>. [Último acceso: 16 Febrero 2022].
- [11] D. Rosabal Montero y M. Ridriguez Torres, «Tecnologías de acceso ópticas para la migración de la red de cobre a fibra».
- [12] S. F. Guillén Baez, «Análisis del proceso de migración de las redes HFC a redes GPON-FTTH en la calidad de servicio de televisión digital para las principales compañías de telecomunicaciones en el Ecuador,» 2015. [En línea]. Available: <http://201.159.223.180/bitstream/3317/3807/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-100.pdf>. [Último acceso: 01 Febrero 2022].
- [13] K. J. Benavides Chamorro, «Diseño de una red de acceso FttH utilizando la tecnología GPON en el sector centro de la ciudad de Tulcán para la empresa Cine Cable Tv,» 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5673/1/04%20RED%2012%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>. [Último acceso: 01 Febrero 2022].
- [14] O. J. J. Cruz Somarriba y M. E. Rojas Bravo, «Estudio y Planteamiento de una red FttH óptica pasiva con capacidad (GPON) para un conjunto residencial en San Juan del Sur,» Enero 2020. [En línea]. [Último acceso: 27 Enero 2022].

- [15] J. P. Pallo Noroña, «Estudio de las redes opticas de acceso DWDM y factibilidad de ser implementas en la Zona central del Ecuador,» Diciembre 2004. [En línea]. Available: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/317/3/Tesis_t138ec.pdf. [Último acceso: 16 Febrero 2022].
- [16] C. L. A. & V. P. Jan Watté, «Next-generation WDM technologies offer choices to meet rising bandwidth demands,» noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.commscope.com/globalassets/digizuite/922451-wdm-wp-115838-en.pdf>.
- [17] Teschi, «Aspectos basicos de redes,» [En línea]. Available: <https://redes-de-computadoras-teschi-6isc11.blogspot.com/2018/06/unidad-1aspectos-basicos-de-redes.html>. [Último acceso: 18 01 2024].
- [18] E. W. Amaya Carrión, «UNIVERSIDAD NACION DE EDUCACIÓN ENRIQUE GUZMÁN Y VALLE,» 2018. [En línea]. Available: <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/4118/REDES%20DE%20COMPUTADORAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 20 Febrero 2023].
- [19] U. I. d. Telecomunicaciones, «G.984.2 : Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa dependiente de los medios fisicos,» [En

línea]. Available: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.2-200602-S!Amd1/es>.
[Último acceso: 28 enero 2023].

[20] ITU, «ITU,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.itu.int/es/Pages/default.aspx>.

[21] ITU, «ITU-G.984.11,» [En línea]. Available: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1/es>.

[22] ITU, «ITU-G984.2,» [En línea]. Available: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.2/es>.

[23] ITU, «ITU-G984.3,» [En línea]. Available: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.3/es>.

[24] E. D. Arróliga Grijalba, «Diseño de red FttH para la zona de la laguna de apoyo,» 09 Julio 2021. [En línea]. Available: <http://ribuni.uni.edu.ni/4122/1/95943.PDF>. [Último acceso: 01 Febrero 2022].

[25] S. Fernández Espinoza, «Los proyectos de inversión,» de *Los proyectos de inversión*, Costa Rica, Tecnológica de Costa Rica, 2007, p. 238.

[26] K. Arévalo Briones, E. Pastrano Quintana y V. Armijo, «Universidad Técnica Estatal de Quevedo,» 2016. [En línea]. Available:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5833452>. [Último acceso: 18 01 2024].

- [27] C. X. Y. Vergara, «Propuesta de migración del estándar DOCSIS 2.0 a 3.1 en la red HFC para la empresa ECUADORTELECOM S. A. en la ciudad de Machala.,» 13 septiembre 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6615/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-173.pdf>.

7. Anexos

En el presente apartado se muestra una cotización que se realizó de acuerdo a los materiales, también se muestran fotos de la gira de campos en el municipio de Kukra Hill y Datasheet de equipos a utilizar.

Representante de Ventas: Cristian

Ln #	Cantidad	Descripción	Precio de Unidad	Total
1	1 Each	ONT CGG-F782CW : GPON ONT, 1GE+1FE+CATV+WIFI	52.88 Each	\$52.88
2	1 Each	ZTE C320-16 OLT chasis +1GTGH C++ : OLT chasis + 1 GTGH (16 PON cplusplus), 10Gbps, AC power. rack&fram&cable	4700.00 Each	\$4,700.00
3	5 Each	Fiber ADSS 48B1--Span 120M : Fibra 48 hilos G652D PE-120M(5km/drum)	890.00 KM	\$4,450.00
4	1 KM	fiber GJYXFCH 1 Hilo : fibra drop para cometida con mensajero de 1 hilo Bobina G.657	94.00 KM	\$94.00
5	1 Each	F-Splitter Optico 1*8 PLC : 1*8 PLC splitter,1200-1600nm, SC/APC connectors, fiber length 1m , 0.9mm 0	13.00 Each	\$13.00
6	1 Each	F- Jumper SC/APC 3Mt. : Patch Cord Fiber SC/APC SM, 3M verde verde 0	2.50 Each	\$2.50
7	1 Each	H-S/s buckle, C304-20-T : hebillas 5/8	0.15 Each	\$0.15
8	1 Each	H-GUY GRIP JS-2(D8mm) : Diametro 7.5-8.4mm, 58cm largo	1.90 Each	\$1.90

Anexo No. 1 Cotización COMCAST Nicaragua



S2900 L3-lite Series

Supports Maximum 48 GE-TX Ports and 4 10GE SFP+ Uplink Ports

Advanced Hardware Architecture and Industry-leading Port Density

Carrier-Level High Reliability Layer-3 Routing Functions

Virtual Switch Characteristics Versatile IPsec Solution Complete Security Mechanism

Product Characteristics

Innovative Virtual Cluster Switching Technique

Innovative BVSS (BDCOM Virtual Switch System): S2900 L3-lite Series virtualizes multiple physical devices into one. The performance, reliability and management of the virtual system are superior to the physical ones.

Improved Performance: BVSS makes full use of each link in the physical devices, which avoids STP blocking the link and protects the original link to the maximum extent.

High Reliability: Based on the advanced distribution mechanism and efficient cross-physical link aggregation link function, the logic control plane, service control plane and service data plane are separated. Thus, S2900 L3-lite Series can support continuous layer-3 routing forwarding, avoiding service interruption as a result of a single point of failure.

Easy Management: BVSS realizes single IP management, greatly improving the networking efficiency and lowering the operating cost.

Product Overview

S2900 L3-lite Series is a next-generation aggregation 10GE switch introduced by BDCOM. It is targeted at the IP MAN (metropolitan area network), government and enterprise networks, Internet café and diskless working environment. It is developed on the basis of high performance hardware and BVSS - a software platform with BDCOM own independent intellectual property rights. It supports functions such as powerful ACL, flexible QoS, L3 or N3 VLAN switching, Ethernet OAM, carrier-level QoS and industry-level 10GE Ethernet, ensuring this switch series meets application requirements in all kinds of complicated sites. It also supports layer-3 routing protocol.

BDCOM S2900 L3-lite Series has 3 models: S2908E, S2928EF and S2954.

Anexo No. 2, Imagen Datasheet Switch



With the requirements of communication services increasing, the value-added services (VAS) including 3D network games, video conference/phone, Video on Demand (VoD) and IPTV are key means for operators to provide differential services to attract more subscribers, and gain income growth.

ZTE ZXA10 C320, a small size, full-service optical access convergent platform, provides carrier class QoS and reliable network to meet the requirements for small-scale implementation of FTTH services.



Key Features

- Unified platform for GPON, XG-PON1 and P2P
- Small size and compact design, flexible network and fast deployment
- ZU frame with 2 service slots, compatible with ZXA10 C300 line cards
- Abundant service support capability: IPTV, VoIP, HSI, VPN, mobile backhaul, etc
- Higher security assurance: ONT authentication, user ID identification, port isolation, address binding, packet filtering, and broadcast packet suppression.
- High reliability: key parts redundancy; support Type B and Type C protection for PON downlink and LACP/ UAPS/STP/ERPS for uplink

Technical Specifications

- System Architecture
 - Capacity
 - GPON up to 32 ports
 - Uplink interfaces up to 4 *GE (Optical)+2*GE(Electronic) or 2*10GE(Optical)+2*GE(Optical)+2*GE(Electronic)
 - Chassis Configuration (19")
 - Total 5 slots
 - 2 slots for universal line cards
 - 2 slots for switch& control cards
 - 1 slot for fan module
 - Subscriber Card Density

Anexo No. 3. Imagen Datasheet OLT

GPON ONU F782 Series



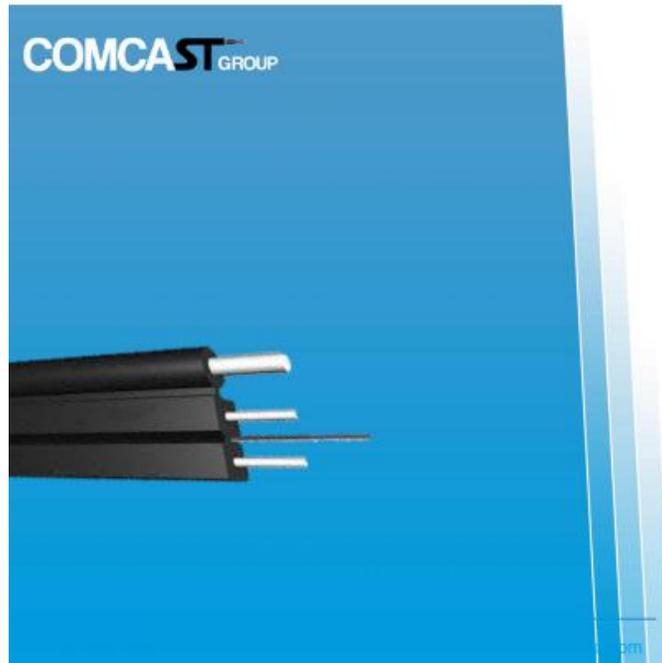
Anexo No. 4. Imagen Datasheet ONT

F-MUFA CV009



Anexo No. 5. Imagen Datasheet MUFA

DROP Fiber GJYXFH



Anexo No. 6. Imagen Datasheet Cable Drop



Fiber Optic Fast Connector



Fast Connector
Description: Optical fast connector takes use of the latest generation of Rapid Ready-Terminal technology. After terminating, both the optical and mechanical performances reach the standard for patchcord and meet the demand for making patchcord on site by mechanical splicing.

Features:

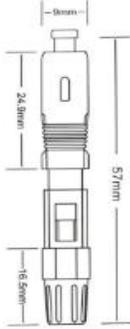
- Low Insertion loss and back reflection loss -Extremely easy for operation
- Short operation time.
- No need of epoxy,
- No need of polishing (for PC)

Applications:

- FTTxRebuilding the wiring in optical equipments rooms.

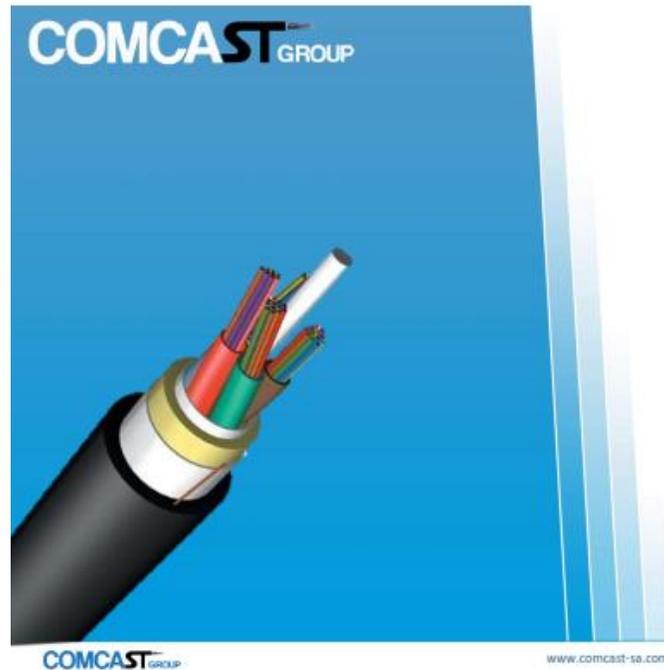
Availability:

- Following types of connector is available:SC/PC, FC/PC



The technical drawing shows a side view of the connector with the following dimensions: 24.8mm for the main body length, 57mm for the total length including the boot cover, 16.5mm for the boot cover length, and 8mm for the diameter of the boot cover.

Anexo No. 7. Imagen Datasheet Conector



Anexo No. 8. Imagen Datasheet Fibra ADDS

Splitter Óptico PLC



El splitter óptico PLC es un componente importante en una red FTTx. Esta basado en la Tecnología de ondas planar, proporcionando una solución de ahorro costo-beneficio y espacio en la red. El splitter PLC divide uniformemente una señal óptica de uno o dos puertos de entrada a varios puertos de salida. Puede trabajar en longitudes de onda desde 1260 nm hasta 1650nm. Posee un tamaño compacto el splitter PLC se puede instalar en sistemas bajo tierra, aéreos, postes, pedestales y en Sistemas de Bastidores.

El splitter PLC de FiberHome adopta la tecnología patentada de baja pérdida. Cuenta con una pérdida de inserción baja, baja pérdida de polarización y alta uniformidad de puertos. Todos nuestros productos cumplen plenamente con las Normas Telcordia GR-1209 y GR-1221 todos los materiales utilizados responden a la directiva RoHS. Los splitters PLC se encuentran disponibles en una gran variedad de configuraciones, pre-terminados, pre-instalado en casetes para entornos difíciles, en cajas cuadradas compactas o tubos planos

Características

- Bajas pérdidas de inserción baja
- Baja dependencia de polarización
- Ambientalmente estable
- Alta fiabilidad mecánica
- Excelente uniformidad
- Configuraciones de 1x2 a 1x128, y 2x4 a 2x64
- Utiliza tecnología de patente con baja pérdida (Chip de división centralizado) con un alto radio de división de 1x128
- Cualificado en las normas TELCORDIA GR-1209 y GR-1221 y materiales RoHS
- Puede ser conectorizado con diferentes tipos de conectores como SC, FC, LC, E2000, MPO y otros de acuerdo a petición,
- Se puede suministrar en varios módulos, tales como M-type, LGX-A, LGX-B, LGX-M, para bastidor de 19 pulgadas, S-type, etc.
- Fibra G657A monomodo tanto para entradas/salidas
- Todos los conectores se entregan con férulas cerámicas
- Pre-installation of splitter modules for ODN equipment is possible
- La pre-instalación de los módulos de splitters en los equipos ODN es



1 Chip PLC



2 Arreglo de Fibras



3 Módulo de encapsulamiento

Anexo No. 9. Imagen Datasheet Splitter 1x8

PLC SPLITTER



Splitter is a key component in FTTH and is responsible to distribute the signal from CO to numbers of premises. Planar Lightwave Circuit (PLC) splitter provides highly stable splitting performance superbly across temperature and wavelength in low insertion loss, low input polarization sensitivity, excellent uniformity, and low return loss. Different splitting ratio is available, 1X2, 1X4, 2X4, 1X8, 2X8, 1X16, 2X16, 1X32, 2X32, 1x64, 2x64, 1x128 and 2x128.



01

Every PLC splitter supplied by Go4Fiber meets or exceeds GR-1209-CORE and GR-1221-CORE standard.



Coupler/Splitter/WDM

Applications:

- Telecommunications networks
- Local Convergence Points (LCP)
- CATV system
- Optical equipment
- Fiber optic sensors
- FTTH
- LAN

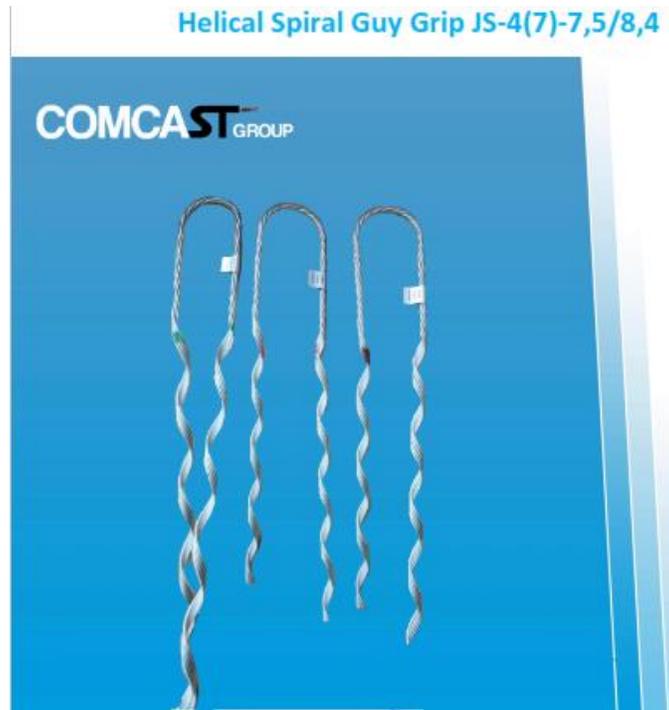
Features and Benefits:

- Low excess loss & High performance
- Good uniformity & Low PDL

Anexo No. 10. Imagen Datasheet Splitter 2x8



Anexo No. 11. Imagen Datasheet NAP



Anexo No. 12. Imagen Datasheet Preformada



Anexo No. 13. Gira de Campo en el municipio de Kukra Hill, realizando un recorrido de la red HFC



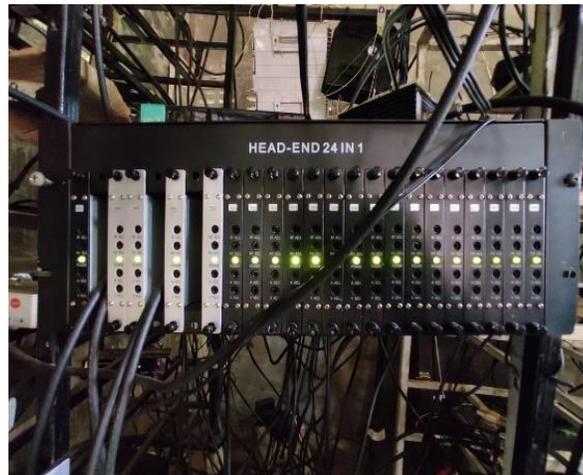
Anexo No. 14. Realizando encuesta a usuarios de la empresa TV Cable del municipio de Kukra Hill- Bryan Gonzalez



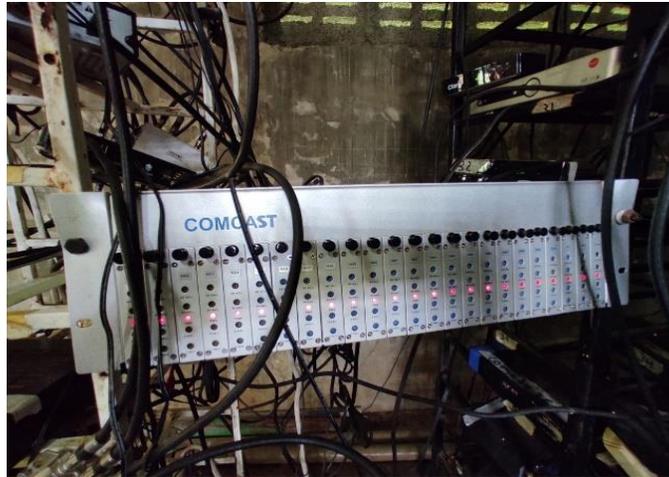
Anexo No. 15. Realización de encuesta a clientes de la empresa TV Cable del municipio de Kukra Hill- Alejandro Mendoza



Anexo No. 16. Cable Drop de fibra óptica



Anexo No. 17. Modulador número 1 para 24 decodificadores



Anexo No. 18. Modulador número 2 para 24 decodificadores



Anexo No. 19. Decodificadores conectados al modulador



Anexo No. 20. Decodificador claro, cada uno es un canal de televisión que se brinda en el servicio



Anexo No. 21. Transmisor (Abajo) / Edfa (Arriba)



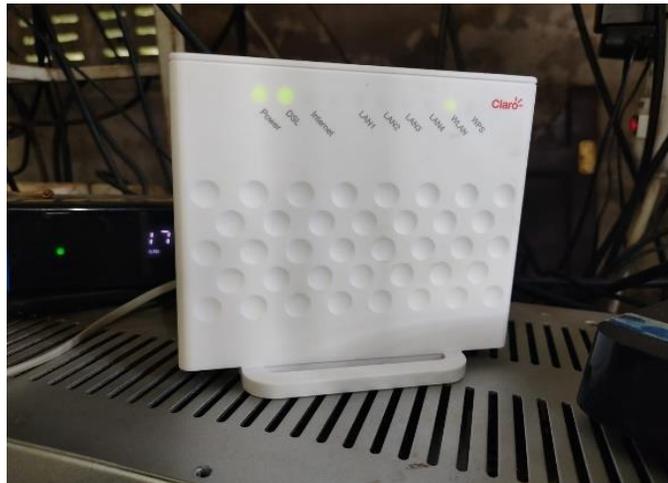
Anexo No. 22. Batería de respaldo para proteger los equipos como el Edfa, transmisor, decodificador, modulador



Anexo No. 23. Mufa dentro de la planta interna de la empresa TV Cable



Anexo No. 24. Planta Interna de la empresa TV Cable Kukra Hill



Anexo No. 25. Wifi ADSL utilizado en la planta externa



Anexo No. 26. Antena parabólica que opera en la banda de frecuencia C (4GHz-8GHz)



Anexo No. 27. Antena parabólica receptora de señal claro que opera en la banda de frecuencia KU (12GHz-18GHz)



Anexo No. 28. Antena parabólica E58 encargada de recibir la información por el satélite y concentrarla en el LNB



Anexo No. 29. Splitter CATV



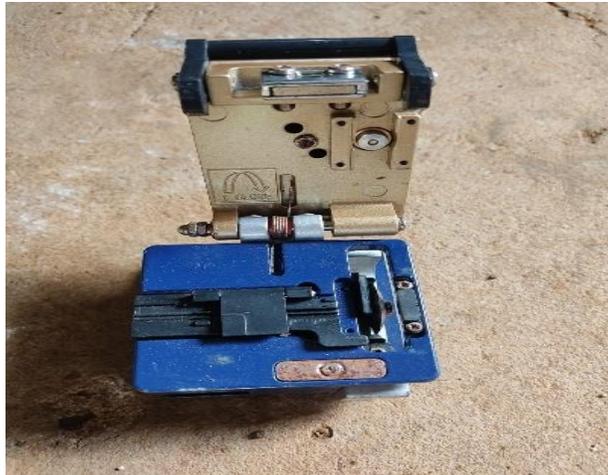
Anexo No. 30. TAP



Anexo No. 31. Nodo óptico



Anexo No. 32. LNB



Anexo No. 33. Herramienta que tiene la empresa TV Cable para cortar fibra óptica



Anexo No. 34. Red de planta externa con cable coaxial en el municipio de Kukra Hill



Anexo No. 35. Red de planta externa con fibra óptica en el municipio de Kukra Hill



Anexo No. 36. Planta interna actual de la empresa TV Cable Kukra Hill



Anexo No. 37. Postes de Unión Fenosa, utilizados en la red HFC de la empresa TV Cable Kukra Hill