

**PLANEACION DE REDES**

**GPON**

**CRISTIAN CAMILO RAMIREZ OCHOA**

**CAMILO GARCIA RUIZ**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS**

**ESPECIALIZACION EN GESTION DE REDES DE DATOS**

**BOGOTA**

**2021**

**Profesor: Juan Carlos Ramírez.**

**Contenido**

|        |                             |    |
|--------|-----------------------------|----|
| 1.     | INTRODUCCIÓN.....           | 4  |
|        | JUSTIFICACIÓN.....          | 5  |
| 2.     | PROBLEMA .....              | 7  |
| 2.1.   | Situación Actual .....      | 7  |
| 2.2.   | Situación Deseada .....     | 8  |
| 3.     | GESTIÓN .....               | 9  |
| 3.1.   | OBJETIVO GENERAL .....      | 9  |
| 3.1.1. | OBJETIVOS ESPECIFICOS.....  | 9  |
| 4.     | REQUERIMIENTOS .....        | 10 |
| 4.1.   | Marco Teórico .....         | 10 |
| 4.1.1. | Antecedentes.....           | 12 |
| 4.2    | MARCO LEGAL .....           | 20 |
| 5.     | PROPUESTA SOLUCIÓN .....    | 21 |
| 5.1    | PLANEACIO METODOLOGICA..... | 21 |
| 5.2    | DESARROLLO TECNOLÓGICO..... | 23 |
| 6.     | CONCLUSIONES.....           | 28 |
|        | REFERENCIAS .....           | 29 |

**Tabla de Ilustraciones (C. Gray, 2015)**

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| Ilustración 1. Fiber to the home.....        | 5  |
| Ilustración 2. Arquitectura FTTH.....        | 11 |
| Ilustración 3. Parámetros red FTTH.....      | 20 |
| Ilustración 4. Plano diseño de red GPON..... | 23 |
| Ilustración 5. Caja de empalmes.....         | 25 |
| Ilustración 6. Conector APS.....             | 25 |
| Ilustración 7. Medidor de potencia.....      | 26 |
| Ilustración 8. Conector NPA.....             | 26 |
| Ilustración 9. Dispositivos Splitter.....    | 27 |
| Ilustración 10. Amplificador Óptico.....     | 28 |

## 1. INTRODUCCIÓN

En Colombia en los últimos años se ha visto obligada a ir renovando sus infraestructuras de red, desde telefonía móvil hasta servicios de datos. El MINTIC (Ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones) se ha empeñado en incentivar la diversificación de servicios, por ello les ha exigido a los proveedores de servicios contar con instalaciones robustas que permitan entregar los servicios demandados. Actualmente el país cuenta con miles de kilómetros de fibra óptica desplegados por los proveedores de servicios, a esto se suma el despliegue de fibra alrededor del país por parte de la empresa Azteca Comunicaciones.

Considerando que gran parte de la población colombiana reside en zonas rurales, y a fin de llegar a estas zonas alejadas con servicios de conectividad a internet y aplicaciones que requieran alto ancho de banda. Las tecnologías de redes GPON y FTTH son alternativas llamativas para cubrir con esta problemática, debido a que las redes tradicionales (xDSL) le es imposible llegar a estas zonas por sus características técnicas (Edison, 2016).

La red GPON (Redes ópticas pasivas Gigabit), empezó sus inicios en 2002 cuando la Organización internacional de telecomunicaciones (UIT) decidió estandarizar esta tecnología bajo la recomendación ITU-T G.984. GPON permite manejar tasas de bis asimétricas, es decir, tiene la opción de darle prioridad a un servicio sea a nivel de descarga de archivos o de carga de estos mismos, esta tecnología proporciona unas velocidades que oscilan entre 622Mb/s y 2,5 Gb/s. La tecnología GPON ofrece al proveedor tener un control más estable de los servicios prestados y así garantizarle al usuario final un servicio sin interferencias.

## JUSTIFICACIÓN

Los nuevos servicios y aplicaciones que surgen constantemente han obligado a los proveedores de servicio a modernizar y mejorar sus redes para cumplir con la demanda de la sociedad, esto conlleva a modificar sus medios de transmisión por otras alternativas con mayor capacidad y más robustos. FTTH (Fiber to the home) fibra óptica hasta el hogar, es una tecnología vinculada a las redes GPON la cual permite llegar al hogar del usuario haciendo uso de este medio de transmisión y por consiguiente prometer al usuario final una buena calidad de experiencia en servicios Streaming.



*Ilustración 1. Fiber to the home*

La tecnología GPON (Red óptica pasiva con capacidad Gigabit) es una tecnología moderna que consta de hacer uso de fibra óptica para llegar hasta el usuario final, a través de este medio es posible transportar servicios que requieren alto ancho de banda y una exigente calidad de servicio (Televisión HD, video, cloud computing, vozIp e internet) sobre una misma fibra. Esto ha conllevado que algunos proveedores estén empezando a considerar el cambio de sus redes convencionales por una red GPON, lo cual ocasionará una pequeña inversión debido a que no requiere dispositivos activos entre el abonado y el operador (Moya, 2017). Esta innovación se espera que en un futuro sea recompensado debido al buen servicio permitiendo llegare a nuevos usuarios y a su vez fidelizando a los clientes existentes.

Algunas ventajas que trae esta tecnología son mayor ancho de banda, mejor calidad en los servicios internet y televisión, un control eficiente en las fallas que se puedan presentar entre otros. Posteriormente a la descripción de esta red, se establece implementar dicha red con el fin de establecer conectividad a internet en el municipio de Natagaima, a su vez le permitirá estar actualizada en las últimas innovaciones tecnológicas, hacer uso de esta herramienta para fines escolares, obtener nuevas oportunidades de conocimiento y oportunidades laborales, estas últimas debido a que muchas vacantes laborales son publicadas por medios digitales.

## **2. PROBLEMA**

La interconectividad se ha vuelto necesaria en el mundo actual, esto ha hecho que la mayoría de los hogares cuenten con un dispositivo móvil o una computadora para hacer uso de internet. Un ejemplo de ello es la situación que se vive actualmente en el mundo por la pandemia COVID-19, este escenario ha obligado a la sociedad hacer uso de aplicaciones tecnológicas como Meet, zoom, Hangouts para cumplir con sus obligaciones laborales (Teletrabajo). Este municipio actualmente no cuenta con un proveedor de servicios de internet y televisión de buena calidad, debido a que los tipos de redes desplegados no son lo suficientemente robustos.

De acuerdo a lo expresado, se cuestiona lo siguiente ¿Es posible que el servicio de conectividad en el municipio de Natagaima-Tolima funcione de manera óptima haciendo uso de una red GPON, dejando a un lado las redes convencionales?

### **2.1. Situación Actual**

En la actualidad el municipio mencionado anteriormente y lugares aledaños cuentan con infraestructura de red tradicionales y abandonadas por las cuales no es posible entregar un servicio de calidad a los usuarios. Las grandes empresas proveedoras de este servicio actualmente no cuentan con cobertura completa en la zona para ofrecer este servicio, sin embargo, son muy pocos los sectores de esta zona a los cuales se les puede llegar con este servicio sin tener consideraciones con los costos. Debido a las pocas zonas donde se tiene cobertura por parte de estas empresas y por ende sus pocos suscriptores, no se les brinda el soporte necesario en el momento requerido.

## **2.2. Situación Deseada**

Implementar una red GPON en el municipio y ofrecer los servicios de conectividad y televisión a sus suscriptores, considerando unas tarifas bajas debido los diversos estratos que se encuentran a la población. Con el fin de obtener la aprobación y la buena calificación de los usuarios finales se brindará un centro de soporte los 6 días de la semana. Para mayor oferta de servicios convergentes.

### **3. GESTIÓN**

Para lograr llevar a cabo dicho proyecto es necesario cumplir con los objetivos que se establecen en su planeación y diseño.

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Implementar una red GPON en el municipio de Natagaima-Tolima para entregar servicios de conectividad a Internet y televisión haciendo uso de la tecnología FTTH.

##### **3.1.1.OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Garantizar que la capacidad contratada por el usuario final sea la misma capacidad entregada por el proveedor.
- Brindar soporte de los servicios ofrecidos los 6 días de la semana.
- Llegar a las zonas rurales del municipio con servicios de excelente calidad.
- Contribuir en el desarrollo a los entes gubernamentales como: Escuelas, Hospitales y Alcaldía, poniendo a disposición los servicios de conectividad sin ningún costo.

## 4. REQUERIMIENTOS

Debido al alto despliegue de fibra Óptica que hay en el país y la demanda de servicios por parte de los usuarios, se especificara algunos aspectos con referencia a las redes tradicionales.

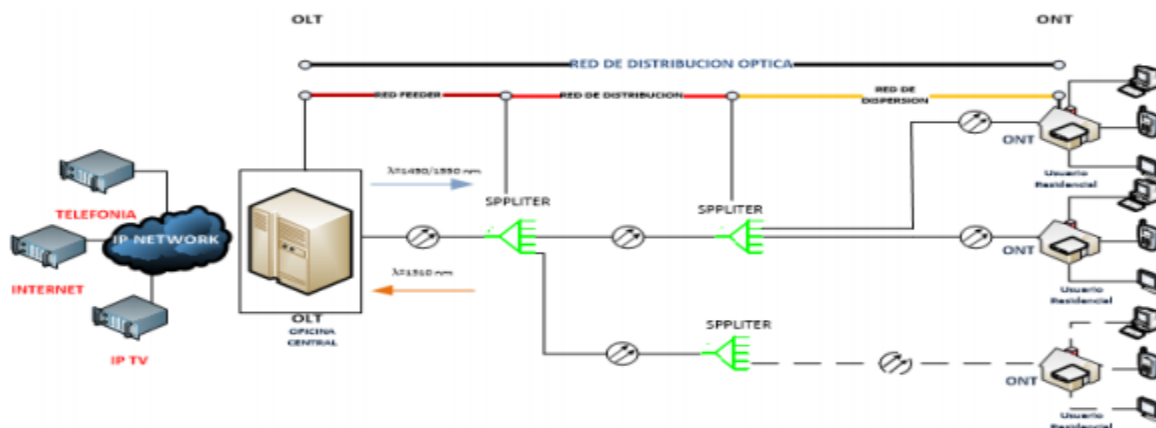
### 4.1. Marco Teórico

Para los proveedores de servicios es complejo decidir cuál es la tecnología adecuada para implementar la última milla. Determinar cuál es la tecnología apropiada, requiere analizar distintos factores como las características de velocidad, ancho de banda y sus costos. Para tener un poco más claro este enfoque se hará una breve descripción de la red FTTH y redes PON (Lema Moya, V.H. Universidad de las Américas, 2016).

Uno de los aspectos relevantes que confirman la tecnología GPON en comparación a la red EPON es el ancho de banda, en el caso de GPON ofrece tasas de hasta 2.5Gb/s de downstream mientras que EPON su tasa máxima es de 1.25Gb/s. Aunque los servicios de video exigen mayor tasa de bits en canal de descarga, las 2 opciones tecnológicas permiten el servicio de televisión por cable. A nivel de seguridad la red GPON maneja un algoritmo de encriptación AES (Standard de encriptación avanzada) que está aprobado por la ITU en sus recomendaciones, EPON no maneja un sistema de encriptación estandarizado, sin embargo, muchos fabricantes hacen uso de este mismo algoritmo.

Por último, aspecto hablaremos de la cantidad de usuarios que puede manejar cada tipo de red, por sus características técnicas y niveles de pérdidas permitidas en la señal, la tecnología EPON permite hasta 32 usuarios. Por el contrario, la red GPON permite hasta el doble de usuarios, además este tipo de redes elimina dispositivos activos en la red lo cual reducirá los costos de funcionamiento (Lema Moya, V.H. Universidad de las Américas, 2016).

A continuación, se nombrarán algunos dispositivos que hacen parte de una red GPON y su arquitectura (Moya, 2017).



*Ilustración 2. Arquitectura FTTH*

- OLT: Terminal de línea Óptico, comúnmente se encuentra en la cabecera central.
- ONT: Terminal de red Óptica, es el dispositivo del usuario final, también se conoce bajo el nombre de ONU.
- ODN: Red de distribución óptica, es la estructura de red principal.
- SPLITTER: Dispositivo pasivo que permite dividir la señal en distintos caminos, en ocasiones utilizado sobre la red troncal.
- NAP: Dispositivos que funcionan como punto de conexión entre la red troncal y la red doméstica.
- OTDR: Equipo digital que permite visualizar pérdidas de señal considerables ó en su defecto Cortes de la fibra troncal.
- ROSETA: Terminal óptico en el cual el hilo de fibra domestico estará resguardado.
- FIBRA ÓPTICA: Hilo de vidrio por el cual transporta la señal en forma de luz.

- **FUSIONADORA:** Dispositivo elemental que permite empalmar dos hilos de fibra óptica.
- **MEDIDOR DE POTENCIA:** Dispositivo encargado de medir la potencia en un extremo de la red.

#### 4.1.1. Antecedentes

Dado las ventajas que ofrece las redes GPON, han sido muchos los enfoques en los cuales se requiere usar esa infraestructura de red, un ejemplo de ello son los casos que se van a exponer a continuación:

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | <p align="center"><b>GPON como contribución a la construcción de Smart Cities</b></p> <p><b>Autores:</b> Lorena Elizabeth Conde</p> <p><b>Conferencia:</b> 14th Iberian Conference of Information System and Technologies</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|    | <p>El desarrollo del macro entorno es el principal enfoque que nos muestra este artículo, es que a través de la tecnología de las redes GPON, como facilitador del progreso de todos los integrantes del macro entorno, sector financiero, político, social, mejoras en todos estos procesos mediante herramientas tecnológicas que contribuyen a la sostenibilidad con redes que soporten tráfico alto de información, plataformas que se adapten e interactúen con la construcción de ciudades inteligentes.</p> |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mercado de las redes GPON en el mundo.</b></li> </ul> <p><b>Autores:</b> ML Bonilla 2009</p> <p><b>Conferencia:</b> Scientia Et Technica</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|    | <p>. Las instalaciones de redes GPON en el mundo, crecen a diario, mayormente en, Japón, Corea Estados Unidos y Europa. Las empresas proveedoras de redes GPON están realizando sus instalaciones con mayor fuerza. Un ejemplo de ellos es que las redes en los Estados Unidos usan un dispositivo externo de interface de red (NID) generalmente ubicado fuera del lugar de la instalación. En Japón, corea y Europa, es instalada generalmente en el predio del usuario</p> |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. | <p><b>Design and implement of GPON-FTTH network for residential condominium</b></p> <p><b>Autores:</b> R. Jirachariyakool, N. Sra-ium and S. Lerkvaranyu</p> <p><b>Conferencia:</b> 14th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering</p>                                                                                                                                    |
|    | <p>El objetivo de este artículo es expresar la idea de implementar una red FTTH en un conjunto residencial haciendo uso de una red GPON estandarizado bajo la recomendación ITU-T G.984. Según el diseño y estudio dicha implementación alcanzaría un aproximado de 320 suscripciones y permitiendo un ancho de banda mayor lo cual sería apropiado para uso del servicio triple play de manera óptima.</p> |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Optimización de topologías de diseño en redes GPON basadas en densidades de La población utilizando algoritmo de Clustering K-means.</b></li> </ul> <p><b>Autores:</b> GZ Amable, J. Felipe Vela.</p> <p><b>Conferencia:</b> Congreso internacional de Electrónica, comunicaciones y computación 2019</p> |
|    | <p>Este artículo señala ofrece una ilustración donde es posible hallar una relación entre una topología ideal a implementar y una densidad poblacional en una ciudad con el objetivo de disminuir los costos de fibra óptica en un diseño de red haciendo uso de sistemas de distribución y acceso.</p>                                               |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GPON architectures for 5G services</b></li> </ul> <p><b>Autores:</b> S. Pompei</p> <p><b>Conferencia:</b> 20<sup>th</sup> National conference on photonic Technologies</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|    | <p>Para esta investigación se llevó a cabo unos resultados experimentales en procedimientos de corte en ciertas áreas geográficas, para ello se tomaron valores significantes como latencia, retardo, Jitter entre otros. La evolución tecnológica como lo es 5G, es muy relevante en el sector de las telecomunicaciones, pues de estas se desglosan otros campos de trabajo. Para garantizar un servicio estándar se requiere contar con una infraestructura robusta que permita un mejor provecho en los</p> |

|  |                                                                                                                                                                |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | servicios, para garantizar dicho rendimiento se debe asegurar que los tiempos de retardo sean mínimos y con las redes tradicionales no es posible lograr ello. |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Investigation on power efficiency of GPON with heterogeneous traffic.</b></li> </ul> <p><b>Autores:</b> Bhargava Ram Rayapati.</p> <p><b>Conferencia:</b> Progress in Electromagnetics Research Symposium - Fall (PIERS - FALL), Singapore, 2017</p>                                                                                                                                                                |
|    | <p>Este artículo se enfoca en investigar el rendimiento de la red GPON con manejo de tráfico heterogéneo entre la ONU que se encuentra en el domicilio del usuario y la OLT, esta última se encuentra en la cabecera Central en presencia y ausencia del modo de suspensión. Teniendo en cuenta que la OLT envía señales a la ONU, se analizará la eficiencia energética en sus 3 estados que maneja la ONU en GPON. Estos son: Activo, Inactivo y Dormido.</p> |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. | <p><b>Implementación de un banco de pruebas para analizar un GPON basado en SDN</b></p> <p><b>Autores:</b> J. Azofra</p> <p><b>Conferencia:</b> Conferencia europea de comunicación óptica (<i>ECOC</i>) 2018, Roma.</p>                                                                                                                 |
|    | <p>En este artículo se establece una red GPON real basada en las redes de nueva generación y brindar un control seguro y rápido en la calidad de servicio.</p> <p>Inicialmente está planteado para un modelo que permita una gestión de red que permitirá a los usuarios finales tener un control de sus recursos de ancho de banda.</p> |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8. | <p><b>Capa de Transporte totalmente óptica y acceso GPON para comunicaciones inversivas 3</b></p> <p><b>Autores:</b> Pablo Beltrán, Andrea Blanco</p> <p><b>Conferencia:</b> International Conference on Ultra-Modern Telecommunications &amp; Workshops</p>                                                                                                                                                           |
|    | <p>Un ejemplo de alta calidad en las comunicaciones inversivas, como la videoconferencia 3D son la muestra de la evolución permanente de redes de próxima generación. Proyecto que se está desarrollando en cabeza del comité español de desarrollo industrial, con el fin de desarrollar este sistema de videoconferencia, con el transporte óptico, capacidad de conmutación. Capaz de asignar una etapa de QoS.</p> |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Consumo de energía de las tecnologías de red de acceso IoT</b></li> </ul> <p><b>Autores:</b> Chrispin Gray, Robert Ayre</p> <p><b>Conferencia:</b> Taller de la Conferencia Internacional de Comunicación de la IEEE 2015 Workshops</p>                                                                                                                                                                                        |
|     | <p>Este artículo se enfoca en las redes de acceso que están desplegadas desde el domicilio del usuario final hasta la cabecera central y la importancia de que esta red pueda transmitir información de la tecnología IoT. La red 4G (LTE) es un camino viable si el tráfico de IoT que maneja es pequeño, pero si la tasa de bits demanda que sea más alta, la red GPON es la tecnología perfecta para IoT</p>                                                            |
| 10. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aprovechamiento del acceso FTTH híbrido de banda ancha gigabit mediante la integración de tecnologías GPON y G. fas</b></li> </ul> <p><b>Autores:</b> J. V. Galán</p> <p><b>Conferencia:</b> 2015 European Conference on Optical Communication.</p>                                                                                                                                                                            |
|     | <p>El acceso FTTH híbrido de banda ancha gigabit se demuestra a través de la integración GPON. Las velocidades de bits de la capa 2 de 500 Mbit/s se demuestran con un novedoso sistema GPON-G-Fast de 16 líneas y longitudes de bucle de cobre de 200m. También se lograron tasas de bits más altas para longitudes de bucle más cortas. Grandes empresas en el mundo dedicadas a las telecomunicaciones de todo el mundo, han elegido redes ópticas pasivas GPON con</p> |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | capacidad gigabit con óptico de fibra a su destino en (FTTH) por sus altos costos se reutiliza de la estructura de cobre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11. | <p align="center"><b>FPGA Network Card And System For GPON Frames Analysis At Optical Layer.</b></p> <p><b>Autores:</b> Vaclav Oujezsky</p> <p><b>Conferencia:</b> 42a conferencia internacional sobre telecomunicaciones y procesamiento de señales(TSP)</p> <p>.</p>                                                                                                                                                                                          |
|     | <p>La tarjeta de red FPGA está diseñada inicialmente para analizar tramas de red GPON y controlar la confidencialidad de la comunicación entre una OLT y la ONU. Las redes GPON esencialmente trabajan con un método de encapsulación para señales de control y tramas Ethernet. Considerando que la tarjeta trabaja en el dominio óptico, es viable realizar una evaluación en tiempo real de los encabezados en la capa de transmisión en las redes GPON.</p> |
| 12. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Interconexión mediante tecnología GPON, en Ciudad de Loja (ECUADOR 2016)</b></li> </ul> <p><b>Autores:</b> VFH Sandoval - 2016</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|     | <p>En la actualidad la ciudad de Loja se ha manejado la tecnología tradicional desde ADSL hasta fibra óptica. La CNT brinda servicios tecnológicos de calidad y con ultra velocidad, para la cual se trabaja en el área urbana para que todos los clientes masivos</p>                                                                                                                                                                                          |

de la CNT, que entran dentro del proyecto de restructuración urbana, comenzaran a ser beneficiarios de fibra óptica.

De allí es cuando la CNT da inicio a la implementación en varias ciudades la nueva red de fibra óptica con tecnología GPON, la cual venía siendo efectiva en otros países y se pretendía que llegara a todos los hogares, proyecto que se iniciaría en las ciudades principales.

GPON optimiza la relación inversión, cobertura, sobre ella se crean servicios competitivos, ahora en Loja se utilizan una red de acceso FTTH con tecnología GPON, con fibra óptica nueva y despliegue de elementos.

En las modificaciones realizadas en los antecedentes, se pretende dar orden de acuerdo a la identificación de conceptos importantes generando relevancia entre cada uno y facilitar la comprensión de los términos y por qué es importante y para qué sirve la implementación de una red GPON, y lo que permiten en la evolución de las telecomunicaciones. Otro aspecto es conocer de manera más ordenada que ha llevado cada vez más en los países a contar con esta red que permite diversificación y avance tecnológico.

Una mejor comprensión de los conceptos que nos lleva a concluir con más precisión que la red GPON es una red que hoy permite tener los servicios de telecomunicaciones con los que contamos actualmente, con una red que llega a altas velocidades y que permiten la emisión de servicios convergentes en una misma señal.

## 4.2 MARCO LEGAL

Bajo la recomendación ITU-T G.984 es posible tomar bases técnicas para lo que es diseño y topologías establecidas para redes GPON, además de ello es posible conocer técnicamente los dispositivos pasivos, disminuir costos en gestión y evitar modificaciones posteriores a una implementación de estas redes. Para demostrar algo de lo expresado, se observará la siguiente imagen donde se encuentran algunos parámetros técnicos que garantizan una red FTTH ((UIT)).

| Norma ITU-T G 984.x            |                                                        |                                                                                                                     |                                                                                                           |            |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| ITU-T<br>G.984.1 (ITU-T, 2011) | Características generales.                             | Arquitectura del sistema OAM.<br>Tipos de interfaz: servicio, usuario.<br>Alcance lógico.                           | Tipos de servicio.<br>Tasa física de transmisión y recepción.<br>Rendimiento del sistema.                 |            |
| ITU-T<br>G.984.2 (ITU-T, 2012) | Medios físicos dependientes.                           | <b>Parámetros Class B+</b>                                                                                          | <b>ONT</b>                                                                                                | <b>OLT</b> |
|                                |                                                        | Potencia óptica máxima                                                                                              | + 5 dBm                                                                                                   | + 5 dBm    |
|                                |                                                        | Potencia óptica mínima                                                                                              | +0,5 dBm                                                                                                  | +1,5 dBm   |
|                                |                                                        | Sensibilidad mínima                                                                                                 | -27 dBm                                                                                                   | -28 dBm    |
|                                |                                                        | Potencia óptica mínima de sobrecarga                                                                                | - 8 dBm                                                                                                   | - 8 dBm    |
| ITU-T<br>G.984.3 (ITU-T, 2014) | Convergencia de transmisión                            | Subcapas GPON TC<br>Rango                                                                                           | Formato de trama<br>Seguridad<br>Ancho de Banda Dinámico.<br>Operaciones, administración y mantenimiento. |            |
|                                |                                                        |                                                                                                                     |                                                                                                           |            |
| ITU-T<br>G.984.4 (ITU-T, 2011) | Gestión ONT, especificación de la interfaz de control. | Interoperabilidad entre OLTs y ONTs de diferentes proveedores.                                                      |                                                                                                           |            |
| ITU-T<br>G.984.5 (ITU-T, 2014) | Mejoramiento de banda.                                 | Define longitudes de onda reservados para las señales de servicio adicionales utilizando WDM en la futura red GPON. |                                                                                                           |            |
|                                |                                                        | Especifica los requisitos técnicos para la aplicación del filtro de longitud de onda en la ONT.                     |                                                                                                           |            |
| ITU-T<br>G.984.6 (ITU-T, 2012) | Mayor alcance.                                         | Describe los parámetros de la arquitectura y la interfaz para los sistemas GPON con mayor alcance.                  |                                                                                                           |            |

Ilustración 3. Parámetros red FTTH (Lema Moya, V.H. Universidad de las Américas, 2016)

## **5. PROPUESTA SOLUCIÓN**

### **5. Aspectos Conceptuales**

La Solución propuesta es analizar, diseñar e implementar una red GPON y por ende ofrecer servicios de conectividad a Internet y televisión. Uno de los primeros pasos a para el desarrollo e implementación, es analizar el mercado y las necesidades de estos servicios en el municipio. Al poner en marcha dicho proyecto, para ello es necesario hacer una encuesta de los servicios existentes en la zona y la calidad que estos ofrecen. Posteriormente, recorrer la zona y detallar el área de cobertura al cual los proveedores de servicio le dan prioridad, y evaluar las tarifas que ofrecen frente a la capacidad ofrecida.

Una vez se conozca el mercado de estos servicios, se dispone a diseñar un plano en el cual estarán descritas las calles principales del municipio y los lugares por donde se implementará la red GPON, es importante aclarar que en este caso se le otorga prioridad al casco urbano y posteriormente desplazarse a las zonas rurales. A continuación, la imagen del plano diseñado para el despliegue de fibra Óptica.

#### **5.1 Planeación Metodológica**

Para esta planeación se dividirá en 4 fases, con el fin de distribuir sus actividades y tener un mejor control de los avances que se están llevando a cabo, las 4 fases son:

- Recorrer las calles teniendo en cuenta el diseño, contemplando la posibilidad de ejecutar modificaciones.
- Despliegue de puntos centrales con su respectiva medición.

- Control de usuarios por medio de los puntos residenciales
- Ejecutar las debidas actividades en la cabecera central que permitirá entregar el servicio al usuario final.

**Recorrer las calles teniendo en cuenta el diseño, contemplando la posibilidad de ejecutar modificaciones.**

Para esta primera fase se recorre las principales calles del municipio con el fin de comparar el diseño impreso en el plano con la estructura física que se evidenciaba en la zona. Esta fase es elemental debido a que se evidencian modificaciones en la infraestructura de la zona, que en su momento no se encontraban cuando se realizó el diseño.

**Despliegue de puntos centrales con su respectiva medición.**

Una vez se realizadas las modificaciones correspondientes en el diseño y se tiene establecido los puntos principales, se procede a desplegar estos puntos los cuales se distribuirá el servicio a las zonas donde se entregará el servicio, en donde se encuentra con la viabilidad, necesidad y requerimiento del mismo dando cumplimiento a la promesa de servicio.

**Control de usuarios por medio de los puntos residenciales**

Luego de conocer los puntos centrales y se encuentran desplegados, la red se distribuye por medio de un dispositivo pasivo llamado Splitter, el cual determinará el número de usuarios que tendrá cada zona y la potencia que recibirán por parte del proveedor de servicios.

**Ejecutar las debidas actividades en la cabecera central que permitirá entregar el servicio al usuario final.**

En la sede central del proveedor de servicios se harán las actividades correspondientes para entregar el servicio al usuario final, si en el proceso de las fases anteriores se realizó alguna modificación debe quedar por escrito y ejecutar las mismas modificaciones en la sede del proveedor.

## 5.2 Desarrollo Tecnológico

Para esta propuesta, este ítem se encuentra ligado a las fases nombradas anteriormente, en este punto se explicará que tipo de tecnología se hará uso para llevar a cabo las actividades.

**Recorrer las calles teniendo en cuenta el diseño, contemplando la posibilidad de ejecutar modificaciones.**

En esta primera fase visualizamos la cabecera principal del proveedor de servicios (Triangulo Verde encerrado en círculo rojo), a partir de este punto iremos hacia donde se encuentran los puntos centrales en este caso son los triángulos en negro que se encuentran encerrados en círculo azul como se observa en la siguiente imagen.



*Ilustración 4. Plano cabecera principal*

Es necesario aclarar que este plano es más extenso y tiene muchos más puntos centrales. En algunos recorridos se observó que la infraestructura del municipio había cambiado, debido a ello se tuvo que realizar modificaciones en el plano y a su vez dejarlas por escrito al jefe directo del área.

Entrando en detalle, algunas modificaciones que se observó fueron: La infraestructura de postería no se encontraba en los puntos especificados en el plano, en algunos sectores se encuentran nuevas urbanizaciones, la distancia de un punto central a otro varía con respecto al plano.

Esta fase es elemental debido a que se evidencian modificaciones en la infraestructura de la zona, que en su momento no se encontraban cuando se realizó el diseño.

### **Despliegue de puntos centrales con su respectiva medición.**

Para esta fase se hace uso de algunos dispositivos como lo son OTDR, Medidor de potencia, splitter, fusionadora entre otros elementos.

Una vez se realizadas las modificaciones correspondientes en el diseño y se tiene establecido los puntos principales, se procede a desplegar estos puntos los cuales se distribuirá el servicio a las zonas donde se entregará el servicio.

Estos puntos centrales se conocen como cajas de empalmes, en la siguiente imagen se observa como son estas. Es preciso aclarar que el diseño de estas puede variar según el fabricante.



*Ilustración 5. Caja de empalmes*

A esta caja de empalmes llega la fibra proveniente de la cabecera (Señal de entrada) y sale la fibra destinada a distintos sectores según el diseño. Cuando entra la fibra proveniente de la cabecera se hace un empalme con un conector APC y posteriormente se hace la medición de la potencia con la que llega a través de un medidor de potencia (no debe sobrepasar la medida de -12dbm). En las siguientes imágenes se observan el conector APC y el medidor de potencia



*Ilustración 6. Conector APS*



*Ilustración 7. Medidor de potencia*

Una vez se confirma que la potencia medida es la adecuada, se procede hacer otro empalme de la fibra óptica proveniente de la cabecera hacia las fibras que se desplegarán hacia otros sectores

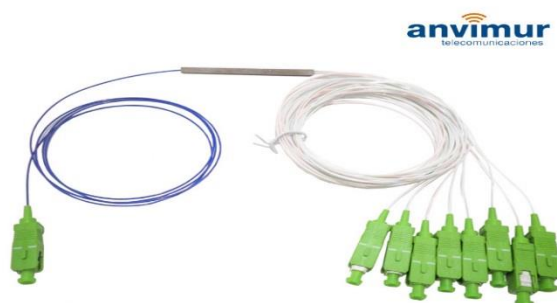
### **Control de usuarios por medio de los puntos residenciales**

Una vez sale la fibra de los puntos centrales hacia los correspondientes sectores, este hilo de fibra óptica llegara a un punto de acceso a la red, también conocido como NAP, tal cual se ve en la siguiente imagen.



*Ilustración 8. Conector NAP*

Luego de conocer los puntos de conexión NAP y se encuentran desplegados, la red se distribuye por medio de un dispositivo pasivo llamado Splitter, como se evidencia en la siguiente imagen



*Ilustración 9. Dispositivos Splitter*

La fibra Óptica saliente de los puntos de conexión se empalmará con la entrada de este splitter (conector azul), las 8 salidas que se evidencian (color blanco) irán empalmadas a otro hilo de fibra, esta última ira hasta la vivienda del usuario final. Una vez llega la fibra al usuario final se debe medir que intensidad de la señal se entrega al usuario. Para llevar a cabo estas mediciones haremos el mismo procedimiento que se describió en el ítem anterior.

**Ejecutar las debidas actividades en la cabecera central que permitirá entregar el servicio al usuario final.**

En este último ítem se ejecutará los cambios correspondientes dado el caso que se ejecutara na modificación en el plan de diseño, es decir, si por algún motivo el hilo destinado para el sector 1 no funciona, se debe asignar otro hilo de fibra, este cambio también se hará en el dispositivo

EDFA, como se evidencia en la siguiente imagen. Este último dispositivo nos permitirá transmitir el servicio a los usuarios.



*Ilustración 10. Amplificador Óptico*

## 6. CONCLUSIONES

Por medio de las redes GPON es posible hacer uso de servicios que exigen alto ancho de banda como servicios de video, Streaming y datos. También es la más sofisticada tecnología en temas de conexión cableado lo cual evita interferencias y ruido en la señal que transmite.

La gran parte de proveedores de servicio ofrecen servicios basados en una red EPON, sin embargo, la tecnología GPON se está imponiendo en el país lo cual hace que las grandes empresas se vean obligadas a cambiar sus redes por implementar la tecnología FTTH. Esto debido a su ancho de banda, reducción de costos y su facilidad para controlar los servicios.

Los gobiernos de los países, como el sector privado, enfatizan en la importancia de contar con recursos tecnológicos de calidad, que aporten al desarrollo económico. Con aportes significativos en la calidad de vida, y en un futuro catalogadas como ciudad inteligente.

El uso de tecnología GPON tener un acceso a una red multiservicio utilizando la misma infraestructura con velocidades de hasta 2.4 Gbit. Esto permite la creación de servicios nuevos y más avanzados, con mayor sostenibilidad para todos.

## REFERENCIAS

- ✓ (UIT), U. i. (s.f.). *Recomendación UIT-T G.984*. IEEE.
- ✓ al, J. A. (2018). Implementación de un banco de pruebas para analizar un GPON basado en SDN. *Conferencia europea de comunicación óptica (ECOC)* . Roma.
- ✓ C. Gray, R. A. (2015). Consumo de energía de las tecnologías de red de acceso de IoT. *Taller de la Conferencia Internacional de Comunicación de la IEEE 2015 (ICCW)*. Londres.
- ✓ Conde, L. E. (2019). GPON como contribución a la construcción de Smart Cities. *14th Iberian Conference of Information System and Technologies*.
- ✓ Edison, Q. (2016). Certificación de redes GPON. *IEEE*.
- ✓ GALÁN, J. (2015). Aprovechamiento del acceso FTTH híbrido de banda gigabit mediante la integración de tecnologías GPON y G.fast. *European Conference on Optical Communication*.
- ✓ Lema Moya, V.H. Universidad de las Américas. (2016). Diseño de una red óptica FTTH G-PON para un barrio del canton Quito.
- ✓ Moya, J. M. (2017). *Telecomunicaciones, Tecnologías, Redes y Servicios*. México: Ra-Ma.
- ✓ Oujezsky, V. (2019). Fpga Network Card And System For GPON Frames Analysis At Optical Layer . *42a conferencia internacional sobre telecomunicaciones y procesamiento de señales(TSP)*. .

- ✓ Pablo Beltrán, A. B. (2009). Capa de transporte totalmente óptica y acceso GPON para comunicaciones inversivas. *International Conference os Ultra-Modern Telecommunications & Workshops*.
- ✓ Pompei., S. (2018). GPON Architectures for 5G services. *20th Italian National Conference on Photonic Technologies*. Lecce, Italy.
- ✓ R. Jirachariyakool, N. S.-i. (2017). Design and implement of GPON-FTTH network for residential condominium . *14th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering*.
- ✓ Rayapati, B. R. (2017). Investigation on power efficiency of GPON with heterogeneous traffic. *Progress in Electromagnetics Research Symposium - Fall (PIERS - FALL)*. Singapore, 2017.
- ✓ Vela, G. A. (2019). Optimización de topologías de diseño en redes GPON basadas en densidades de población utilizando algoritmo de Clustering K-means. *Congreso internacional de Electrónica, comunicaciones y computación 2019*. cholula.