



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA
DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

**“Diseño de una red de fibra óptica con tecnología GPON con el estándar FTTB
mediante el uso de equipos de capas 3 escalables y redundantes en enlaces
principales y backup en el centro comercial Alhambra”**

AUTOR:

Fajardo Andrade, Roger Adrián

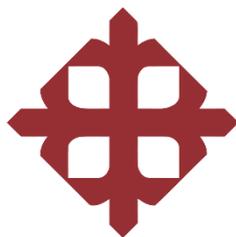
**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

TUTOR:

Romero Rosero, Carlos Bolívar

Guayaquil, Ecuador

7 de marzo del 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA
DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Fajardo Andrade, Roger Adrián**, como requerimiento para la obtención del Título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

f. _____

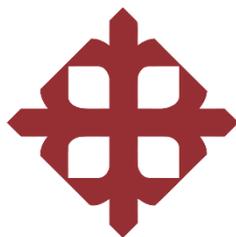
Romero Rosero, Carlos Bolívar

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 7 del mes de marzo del año 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA
DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Fajardo Andrade, Roger Adrián

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño de una red de fibra óptica con tecnología GPON con el estándar FTTB mediante el uso de equipos de capas 3 escalables y redundantes en enlaces principales y backup en el centro comercial Alhambra**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

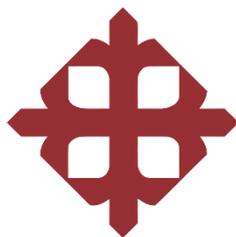
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 7 del mes de marzo del año 2018

EL AUTOR

f. _____

FAJARDO ANDRADE, ROGER ADRIÁN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA
DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN

Yo, Fajardo Andrade, Roger Adrián

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Diseño de una red de fibra óptica con tecnología GPON con el estándar FTTB mediante el uso de equipos de capas 3 escalables y redundantes en enlaces principales y backup en el centro comercial Alhambra**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 7 del mes de marzo del año 2018

EL AUTOR:

f. _____

FAJARDO ANDRADE, ROGER ADRIÁN

REPORTE DE URKUND

URKUND

Documento [TT-R_Fajardo-B-2017Final-corregidoSIN3.doc](#) (D35896628)

Presentado 2018-02-25 08:33 (-05:00)

Presentado por Carlos Bolivar Romero Rosero (carlos.romero@cu.ucsg.edu.ec)

Recibido edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje [TT-B-2017-RF] [Mostrar el mensaje completo](#)

4% de estas 37 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes. Recorte rectangular

100% # 1 Activo

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA

PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

“Diseño de una red
de fibra óptica
con tecnología GPON con el estándar FTTB mediante el uso de equipos de capas 3 escalables y redundantes en
enlaces principales y backup en el centro comercial Alhambra”

AUTOR:

Fajardo Andrade, Roger Adrián

Trabajo de titulación previo
a la obtención del grado de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

Romero Rosero, Carlos Bolívar

Guayaquil, Ecuador

Atte.

DEDICATORIA

A Dios por ser el pilar fundamental de mi vida, a mi papa por su sacrificio a lo largo de toda mi carrera, a mi tía por su gran ayuda en momentos difíciles, a mis hermanas por ayudarme a seguir adelante, a mis amigos por su apoyo incondicional y a mi tutor que estuvo a cargo de mi revisión de este trabajo.

EL AUTOR

FAJARDO ANDRADE, ROGER ADRIÁN

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por todo lo que me ha brindado y me seguirá brindando a lo largo de mi vida.

A mi papa Benancio por ser mi motor para seguir adelante, por sus enseñanzas, por su infinito amor, por cuidarme, apoyarme en todo lo me he propuesto y lo más importante nunca abandonarme en los momentos difíciles que pasamos.

A mi mama que desde el cielo me bendice y aunque no tenga tantos recuerdos en mi mente por su pronta partida, sus enseñanzas, su amor y cariño perduran a través del tiempo.

A mi tía Julia, por brindarme su apoyo en momentos que he necesitado.

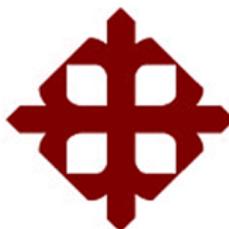
A mis hermanas Yimabel y Yasmani por la confianza y apoyo incondicional en mi vida.

A mis compañeros, a quienes he llegado a considerar grandes amigos, por todos los momentos inolvidables que hemos compartido.

A mi tutor Ing. Carlos Romero por la paciencia y ayuda a lo largo de este proceso de titulación.

EL AUTOR

FAJARDO ANDRADE, ROGER ADRIÁN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA
DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS, M. Sc

DECANO

f. _____

ING. PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO, M. Sc

COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. _____

ING. PALAU DE LA ROSA, LUIS EZEQUIEL, M. Sc

Oponente

ÍNDICE GENERAL

Índice de Figuras	XII
Índice de Tablas	XIV
Resumen.....	XV
Abstract	XVI
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	17
1.1 Introducción	17
1.2 Antecedentes	17
1.3 Justificación del problema	18
1.4 Hecho Científico	19
1.5 Definición del Problema	19
1.6 Objetivos del Problema de Investigación.....	20
1.6.1. Objetivo General.....	20
1.6.2. Objetivos específicos	20
1.7 Hipótesis.....	20
1.8 Metodología de la investigación	21
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	22
2.1 Fibra óptica.....	22
2.2 Estructura de una fibra óptica	25
2.3 Comunicaciones por Fibra Óptica.....	26
2.3.1. Enlaces: Punto a punto	26
2.3.2. Difusión: Punto a multipunto.....	27
2.4 Funcionamiento de la fibra óptica.....	27
2.5 Ventajas y desventajas de la fibra óptica	28
2.5.1. Ventajas.....	28
2.5.2. Desventajas	28
2.6 Uso de la fibra óptica	29
2.7 Índice de refracción y ley de Snell.....	29
2.7.1. Índice de refracción	30
2.7.2. Ley de Snell.....	30

2.8	Redes ópticas pasivas (PON)	31
2.8.1.	Definición de redes ópticas pasivas (PON)	31
2.8.2.	Tipos de redes ópticas pasivas (PON)	32
2.8.3.	Beneficios de redes ópticas pasivas (PON)	33
2.9	Tecnología GPON	34
2.9.1.	Definición de red GPON	34
2.9.2.	Descripción del estándar ITU-T G.984	34
2.9.2.1.	Norma UIT-T G.984.1	35
2.9.2.2.	Norma UIT-T G.984.2	35
2.9.2.3.	Norma UIT-T G.984.3	35
2.9.2.4.	Norma UIT-T G.984.4	35
2.9.3.	Tecnologías que se utiliza en la red GPON	36
2.9.3.1.	Downstream-TDM	36
2.9.3.2.	Upstream-TDMA	37
2.10	Tecnología FTTx	39
2.11	Estándar FTTB (Fibra hasta el edificio)	41
2.12	Modelo OSI	45
2.12.1.	Capas OSI	45
CAPÍTULO 3: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN		50
3.1	Características de la red de fibra óptica y de los equipos	50
3.1.1.	Cable monomodo	50
3.1.2.	Cable de fibra monomodo de 24 hilos	51
3.1.3.	Patch cord	52
3.1.4.	Transceiver	53
3.1.5.	OTDR	54
3.1.6.	Fusionadora de fibra	55
3.1.7.	Etiquetadora	57
3.1.8.	Splitter	58
3.1.9.	ODF	58
3.1.10.	Caja de dispersión	58
3.1.11.	ONT	59
3.1.12.	Switch	59
3.1.13.	Router	59

3.1.14. Normativas de Telconet para un diseño con tecnología GPON	60
3.2 Posición geográfica del centro comercial	62
3.2.1. Características del centro comercial Alhambra	63
3.3 Recorridos necesarios para el equipamiento del despliegue de la red de fibra óptica con equipos de capa 3.....	66
3.4 Diseño de la red de fibra óptica con tecnología GPON con el estándar FTTB .	69
3.4.1. Consideraciones en el diseño de la Red GPON con FTTB	70
3.4.2. Ubicación de los equipos	71
3.4.2.1. Ubicación del nodo	71
3.4.2.2. Ubicación del rack.....	72
3.4.2.3. Ubicación del Terminal de Línea Óptica (OLT).....	73
3.4.2.4. Ubicación de los splitters	73
3.4.2.5. Ubicación del ODF	74
3.4.2.6. Ubicación de los switches	74
3.4.2.7. Ubicaciones de los routers	75
3.4.3. Diseño del despliegue de la fibra óptica dentro del centro comercial	76
3.4.4. Enlace principal y Backup	78
3.4.4.1. Enlace principal.....	78
3.4.4.2. Enlace Back up.....	79
3.5 Presupuesto de la implementación de la red de fibra óptica con tecnología GPON estándar FTTB con equipos de capa 3	80
3.5.1. Presupuesto de la red de fibra con los equipos	81
3.5.2. Presupuesto de mano de obra.....	82
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
4.1 Conclusiones	83
4.2 Recomendaciones.....	84
BIBLIOGRAFÍA	85
GLOSARIO DE TÉRMINOS	88

Índice de Figuras

Capítulo 1

Figura 1.1: Centro Comercial Alhambra.....	18
--	----

Capítulo 2

Figura 2.1: Fibra óptica.....	22
-------------------------------	----

Figura 2.2: La fibra monomodo de 9/125	23
--	----

Figura 2.3: Fibra multimodo	24
-----------------------------------	----

Figura 2.4: La fibra multimodo de índice de pasos y la fibra multimodo gradual.....	24
---	----

Figura 2.5: Estructura de una Fibra Óptica	26
--	----

Figura 2.6: Funcionamiento de una fibra óptica	27
--	----

Figura 2.7: Estándar ITU-T G984.x.....	36
--	----

Figura 2.8: Funcionamiento de la red GPON.....	37
--	----

Figura 2.9: Terminal de línea óptica	42
--	----

Figura 2.10: Terminal de red óptica.....	43
--	----

Capítulo 3

Figura 3.1: Cable de fibra óptica monomodo de 24 hilos	51
--	----

Figura 3.2: Patch cord monomodo	53
---------------------------------------	----

Figura 3.3: Transceiver	54
-------------------------------	----

Figura 3.4: Dispositivo OTDR.....	55
-----------------------------------	----

Figura 3.5: Fusionadora de cable de fibra óptica	56
--	----

Figura 3.6: Etiquetadora.....	57
-------------------------------	----

Figura 3.7: Ubicación geográfica del Centro Comercial Alhambra	63
--	----

Figura 3.8: Jardín botánico implantado en el centro comercial Alhambra	64
Figura 3.9: Salón de eventos del centro comercial Alhambra	65
Figura 3.10: Pedestales A y B alimentando el nodo del centro comercial.....	66
Figura 3.11: Entrada de los cables de fibra de 24 hilos que proviene de los pedestales	67
Figura 3.12: Electros canaletas donde ingresan la fibra óptica	67
Figura 3.13: Recorrido de la fibra por las canaletas para alimentar al nodo.....	68
Figura 3.14: Fibras sangradas que estarán situadas en el ODF.....	68
Figura 3.15: Ductos hacia las oficinas administrativas	69
Figura 3.16: Rack de 45 Ur	72
Figura 3.17: Nodo Entreríos.....	73
Figura 3.18: Distribución de la fibra por piso	76
Figura 3.19: Enlace principal - Nodo Entreríos	79
Figura 3.20: Enlace Back up - Nodo Rinconcito	80

Índice de Tablas

Capítulo 2

Tabla 2.1: Comparación de tecnologías	33
---	----

Capítulo 3

Tabla 3.1: Buffers e hilos del cable de fibra de 24 hilos.....	51
--	----

Tabla 3.2: Necesidades de la red.....	60
---------------------------------------	----

Tabla 3.3: Presupuesto óptico	62
-------------------------------------	----

Tabla 3.4: Coordenadas del centro comercial Alhambra	62
--	----

Tabla 3.5: Números de locales del centro comercial Alhambra por piso	65
--	----

Tabla 3.6 Coordenadas de pedestales.....	66
--	----

Tabla 3.7: Especificaciones del cable del buffer naranja para los splitters.....	74
--	----

Tabla 3.8: Especificaciones del cable del buffer naranja para los switches.....	75
---	----

Tabla 3.9 Materiales para la instalación del tendido de la red de fibra óptica.....	81
---	----

Tabla 3.10 Instalación de la red de fibra óptica en el centro comercial Alhambra....	82
--	----

Resumen

El presente trabajo de titulación propone una solución eficaz para el acceso a internet al centro comercial Alhambra ubicado en km 2 de la vía Samborondón - Samborondón. Por medio del diseño de una red de fibra óptica con tecnología GPON por el estándar FTTB mediante el uso de equipos de capa 3 con el enlace principal y back up. Por medio de los enlaces se busca disminuir el tiempo de intermitencia de internet a los futuros abonados que contraten el servicio ofrecido por la empresa de telecomunicaciones, cuando el enlace principal tenga un corte el enlace back up pueda actuar de inmediato y de esa manera recuperar de forma rápida el servicio. De esta forma se consigue el incremento del rendimiento y a su vez que reduzca el tiempo de conexión a internet para poder garantizar un servicio de calidad para los usuarios y empleados del centro comercial Alhambra.

Palabras claves: (MAYÚSCULAS) (mínimo 6 palabras claves)

INTERMITENCIA, ENLACES, TECNOLOGIA, FIBRA ÓPTICA, CAPA 3, GPON, FTTB.

Abstract

The present work proposes an effective solution for the access to Internet to the commercial center Alhambra located in km 2 of the route Samborondón - Samborondón. By means of the design of a fiber optic network with GPON technology by the FTTB standard with layer 3 equipment with the main link and back up, the links seek to reduce the intermittent time of the internet to future Subscribers who hire the service offered by the telecommunications company, when the main link has a cut the back-up link can act immediately and thus quickly recover the service. In this way, the performance increase is achieved and, in turn, it reduces the internet connection time to guarantee a quality service for the users and employees of the Alhambra shopping center.

Keywords:

INTERMITTANCE, LINKS, TECHNOLOGY, OPTICAL FIBER, LAYER 3, GPON, FTTB.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Nuestro país viene generando un plan de desarrollo de banda ancha a cargo del ministerio de telecomunicaciones y de la sociedad de información para que los ciudadanos se beneficien con mejor acceso a internet de alta velocidad, uniendo la capacidad de conexión y la velocidad de transmisión, que son los bits por segundo. Esto otorga a los clientes acceder a diferentes tipos de contenidos, aplicaciones, y servicios. Las tecnologías que han venido desarrollándose en el Ecuador y el mundo han permitido que las telecomunicaciones avancen, una de las razones, que ha tenido un mejoramiento en el ancho de banda.

La fibra óptica permite la transmisión de cantidad de datos y con velocidades superiores a 1 Gbps (Gigabit por segundo). La red GPON es una red sumamente innovadora que cumple con todos los requerimientos que solicita el mercado. Mediante la red de acceso FTTB (*Fiber to the build*), se logrará transportar el servicio de internet a edificios o centro comerciales de los abonados con rapidez y seguridad.

1.2 Antecedentes

Samborondón es una ciudad con 11,030 (INEC, 2017) habitantes con proyecciones de crecimiento, donde la mayoría tiene un acceso fijo de internet. Samborondón se proyecta a ser una ciudad totalmente empresarial y tecnológica, en especial en la parroquia La Puntilla donde existen puntos WiFi para que los residentes disfruten, por ende, como avanza la tecnología, el acceso de internet también sigue renovándose.

Ahora los empresarios de la ciudad de Samborondón tienen la visión de tener un mejor servicio de internet, al momento de hacer sus proyectos ya sean en este caso inmobiliarios, para que no haya pérdida de conectividad y daños en las redes. Por esta causa, se llevará a cabo el diseño de una red de fibra óptica, para poder ofrecer un servicio de internet de banda ancha en el centro comercial Alhambra como se observa en la figura 1.1 necesite y que no haya problema al momento de conectarse y que haya seguridad en las redes.



Figura 1.1: Centro Comercial Alhambra
Fuente: (Alhambra Colhiambra S.A, 2017)

1.3 Justificación del problema

La mayoría de los inconvenientes se deben porque, en la actualidad las oficinas del centro comercial Alhambra tiene contratado un servicio de internet, que tiene alta intermitencia de conexión, en la actualidad hay empresas que ofrecen el servicio de Internet no proveen la tecnología, equipos y seguridad que el cliente necesita al momento de contratar el servicio.

Entonces se va a lograr velocidades con capacidades que sobrepasan los 1 Gb, ya que se utilizará fibra óptica como medio de transmisión; se podrá disfrutar una conexión óptima. Con el desarrollo de una Red GPON(*Gigabit-capable Passive Optical Network*), con el estándar FTTB(*Fiber to the build*), permitirá que el centro comercial Alhambra en sus locales comerciales y oficinas administrativas, gozar de un internet de banda ancha con una velocidad incomparable que evitara problemas en la red, con la seguridad que no haya colapso ni pérdidas de datos y lo más destacado y significativo es que la red de fibra óptica ofrecerá un servicio inmejorable y de calidad, para que no afecte directamente con el movimientos o procesos comerciales de cada local independientemente, ya sea en el gimnasio que funciona 24/7 con una tarjeta o un banco como transacciones en líneas, sistemas de retiro y depósito de dinero, como heladerías, locales de venta de artículos en la facturación, en pago de artículos con tarjeta de crédito, transacciones comerciales o actividades comercial de cada local.

1.4 Hecho Científico

Alta intermitencia de conexión a internet en los locales comerciales y oficinas administrativas del Centro Comercial Alhambra ubicado en el km 2 de la avenida Samborondón.

1.5 Definición del Problema

¿Cómo incide la falta de una red de fibra óptica con tecnología GPON en la conexión a internet en los locales comerciales y oficinas administrativas del centro comercial Alhambra ubicado en el km 2 de avenida Samborondón?

1.6 Objetivos del Problema de Investigación

1.6.1. Objetivo General

Diseñar una red de fibra óptica con tecnología GPON (*Gigabit-capable Passive Optical Network*) con el estándar FTTB mediante el uso de equipos de capa 3 de última generación con enlaces principal y back up en el Centro Comercial Alhambra ubicado en el km 2 de avenida Samborondón.

1.6.2. Objetivos específicos

1. Explicar la fundamentación teórica y técnica de la red de fibra óptica con tecnología GPON (*Gigabit-capable Passive Optical Network*).
2. Describir la posición geográfica, la infraestructura actual del centro comercial Alhambra.
3. Determinar los recorridos necesarios para el equipamiento en el despliegue de la red de fibra óptica con equipos de capa 3.
4. Desarrollar un presupuesto de los materiales y obra civil para una futura implementación de una red de fibra óptica en el Centro Comercial Alhambra ubicado en el km 2 de avenida Samborondón.

1.7 Hipótesis

Con el diseño propuesto de una red de fibra óptica con tecnología GPON (*Gigabit-capable Passive Optical Network*) y con equipos de capa 3 se brindará un servicio de internet de condiciones muy favorables con rapidez y seguridad, para así cubrir las necesidades del Centro Comercial Alhambra ubicado en el km 2 de avenida Samborondón, consiguiendo así un fortalecimiento eficaz y óptimo comparado con los servicios y equipos que ofrecen otras empresas.

1.8 Metodología de la investigación

La metodología que utiliza el presente trabajo de titulación es de tipo deductivo con un enfoque cuantitativo, ya que se pretende mediante el planteamiento de la hipótesis brindar una solución inmediata ante la alta intermitencia de conexión a internet con una red de fibra óptica con tecnología GPON con el estándar FTTB mediante el uso de equipos de capa 3 de última generación.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Fibra óptica

La fibra óptica se relaciona a la tecnología al medio asociado con la transmisión de información con pulsos de luz a lo largo de un filamento o fibra de vidrio. Un cable de fibra óptica (ver figura 2.1) puede contener un número variable de estas fibras de vidrio, desde unas pocas hasta un par de cientos. Los dos tipos principales de cable de fibra óptica son la fibra monomodo y fibra multimodo.

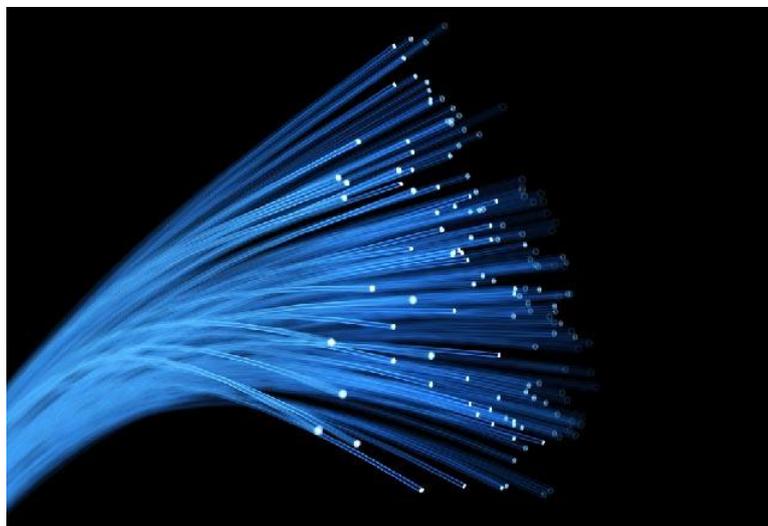


Figura 2.1: Fibra óptica

Fuente: (Fundación Carlos Slim, 2016)

2.1.1 La fibra monomodo

La fibra monomodo se utiliza para distancias más largas debido al menor diámetro del núcleo de fibra de vidrio, lo que disminuye la posibilidad de atenuación: la reducción en la intensidad de la señal. El cable de fibra óptica monomodo tiene un reducido núcleo diametral que posibilita que únicamente se propague un haz de luz, tal como se observa en la figura 2.2. Debido a esto, la cantidad de reflejos de luz creados disminuye a medida que la luz pasa a través del núcleo, reduciendo la atenuación e implantar el espacio para que la señal viaje más lejos. Esta aplicación se

utiliza generalmente en larga distancia, mayor ancho de banda corre por Telcos, empresas de CATV, colegios y universidades.

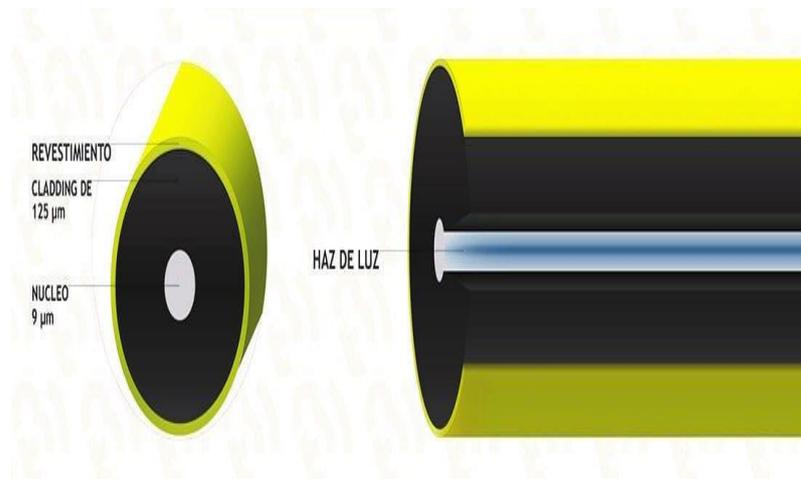


Figura 2.2: La fibra monomodo de 9/125
Fuente: (Beyondtech Team, 2017)

2.1.2 La fibra multimodo

El cable de fibra óptica multimodo permite la propagación de múltiples modos de luz, gracias a su núcleo. De esta forma la cantidad de reflejos de luz creados a medida que la luz pasa a través del núcleo aumenta, creando la capacidad de que más datos pasen en un momento dado. La alta tasa de dispersión y atenuación con este tipo de fibra, la calidad de la señal se reduce a largas distancias.

Esta aplicación se usa generalmente para aplicaciones de corta distancia, de datos y de audio/video en redes LAN. Las señales de banda ancha de RF, como las que usan comúnmente las compañías de cable, no se pueden transmitir a través de fibra multimodo. Presenta entre 0,3 dB y 1 dB por kilómetro en atenuación. La fibra multimodo generalmente tiene una construcción de 50/125 como se puede observar en la figura 2.3. Esto significa que la relación del diámetro del núcleo al revestimiento es de 50 micras a 125 micras.



Figura 2.3: Fibra multimodo
Fuente: (Beyondtech Team, 2017)

Se explicará los dos tipos de fibra de cable multimodo, tal como se observa en la figura 2.4.

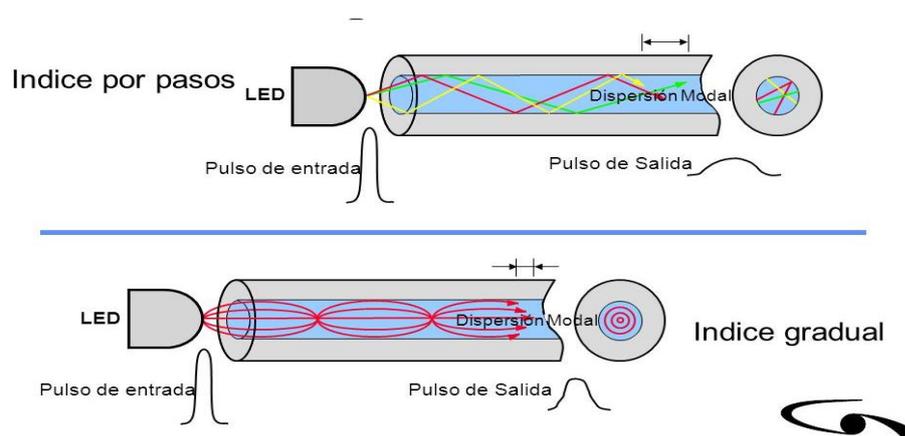


Figura 2.4: La fibra multimodo de índice de pasos y la fibra multimodo gradual
Fuente: (Fernández, 2015)

2.1.2.1. Fibra multimodo de índice de pasos

Debido al diámetro de su núcleo, algunos rayos de luz que componen el pulso digital pueden viajar en una ruta directa, mientras que en forma de zic zac cuando rebotan en el revestimiento, tal como se observa en la figura 2.4. Estas rutas alternativas hacen que los diferentes grupos de rayos de luz lleguen por separado al punto de partida. El pulso, un agregado de diferentes modos, comienza a extenderse, perdiendo su forma bien definida. La necesidad de dejar espacio entre los pulsos para

evitar la superposición limita la cantidad de información que se puede enviar. Se lo utiliza para la transmisión en menores distancias.

2.1.2.2. Fibra multimodo de índice gradual

La fibra multimodo de índice gradual contiene un núcleo en el que el índice de refracción disminuye gradualmente desde el eje central hacia el revestimiento. El índice de refracción más alto en el centro hace que los rayos de luz que se mueven hacia abajo del eje avancen más lentamente que los que están cerca del revestimiento. Debido al índice graduado, la luz en el núcleo se curva helicoidalmente en lugar de zigzag reduciendo su distancia de desplazamiento como se observa en la Fig. 2.4. La trayectoria acortada y la velocidad más alta permiten que la luz en la periferia llegue a un receptor casi al mismo tiempo que los rayos lentos pero rectos en el eje del núcleo.

2.2 Estructura de una fibra óptica

La estructura general de las fibras ópticas como se visualiza en la Fig. 2.5 incluye las siguientes tres partes, estos son:

1. **Cubierta de la fibra:** Esta parte es muy importante ya que su función es únicamente para proteger el núcleo y el revestimiento. Está hecho de variedades de plásticos flexibles y resistentes a la abrasión. Usualmente, el recubrimiento tiene otra capa debajo llamada buffer, juntos protegen la fibra óptica del daño ambiental y físico.
2. **El revestimiento:** Es la segunda capa en la parte superior del núcleo. El material es de vidrio o plástico transparente, el índice de refracción del revestimiento es menor que el del núcleo. El revestimiento aumenta la

eficiencia y reduce las pérdidas por dispersión, además de proporcionar resistencia mecánica.

3. **El núcleo:** Es la parte más interna que está hecha de vidrio o plástico transparente. Es extremadamente delgado, flexible y tiene una forma cilíndrica. Su único propósito es mantener toda la luz dentro de sí y guiar la luz en una dirección paralela a su eje.

Debido a que es la principal fuente y guía de las ondas de luz, se lo puede llamar una guía de onda óptica. Por la misma razón, su estructura tiene un efecto en la transmisión de la luz. Por lo tanto, todos los datos que se transfieren tendrán sus parámetros o propiedades de transmisión en función de la estructura de este segmento de la fibra óptica.

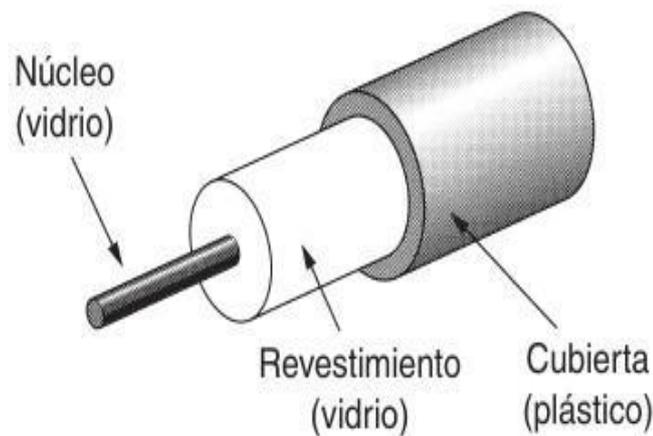


Figura 2.5: Estructura de una Fibra Óptica
Fuente: (Mariana, 2015)

2.3 Comunicaciones por Fibra Óptica

2.3.1. Enlaces: Punto a punto

Se fundamenta en un enlace empleado a través del emisor y receptor, durante el trayecto no se debe de encontrar otra división de la señal o modelo de conexión. Los enlaces punto a punto en las comunicaciones por fibra óptica, la información por

transmitir puede ser de conexiones a banda ancha, un enlace de datos de velocidad muy alta o simplemente de datos (Prieto Zapardiel, 2014).

2.3.2. Difusión: Punto a multipunto

Se fundamenta en un enlace donde se acoplan a diversos receptores en un semejante terminal, donde se reparte la señal para cada receptor. La finalidad de la topología punto a multipunto en las comunicaciones por fibra óptica es dividir diferentes enlaces por un mismo canal, donde los valores se reparten en una misma sección de fibra, y así se disminuye el número de las mismas (Prieto Zapardiel, 2014).

2.4 Funcionamiento de la fibra óptica

El funcionamiento de un cable de fibra de óptica es igual ya sea de vidrio o plástico. Un transceiver remite pulsos de luz a través de un LED (*Light Emitting Diode*) en el núcleo del cable de fibra donde la luz luego rebota de forma zic zac en las paredes que se encuentra en interior del núcleo de fibra y por último es recibida por el transceiver en el extremo contrario del cable como se puede visualizar en la Fig.2.6

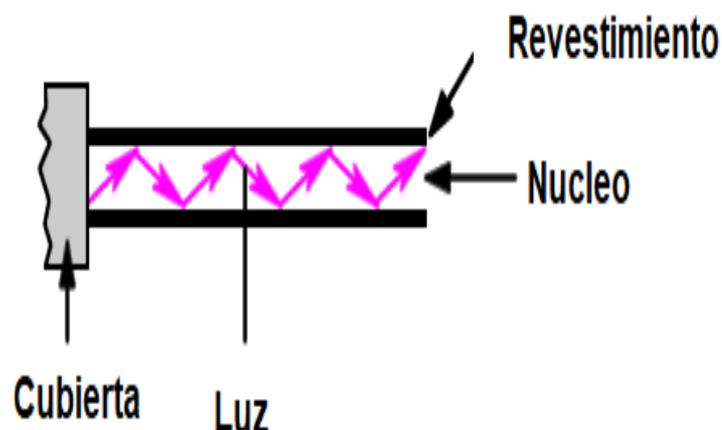


Figura 2.6: Funcionamiento de una fibra óptica
Elaborado por: Autor

2.5 Ventajas y desventajas de la fibra óptica

Las ventajas y desventajas de la fibra óptica son las siguientes:

2.5.1. Ventajas

Las ventajas de la fibra óptica son las siguientes:

1. **Mayor capacidad de carga:** Como las fibras ópticas son más delgadas que los cables de cobre, se pueden agrupar más fibras en un cable de diámetro. Esto permite que más líneas telefónicas pasen por el mismo cable o más canales para pasar el cable a su caja de TV por cable.
2. **Menos degradación de señal:** En el cable fibra óptica la pérdida de señal es menor que en el cable de cobre.
3. **Señales de luz:** En las fibras, las señales de luz no se interponen con diferentes fibras que están en el mismo cable.
4. **Ligero:** Un cable de fibra óptica tiene un peso menor que un cable de cobre. El cable de fibra óptica ocupa menor espacio en el suelo.
5. **Larga vida:** Las fibras ópticas generalmente sirven durante más de 100 años.

2.5.2. Desventajas

Las desventajas de la fibra óptica son las siguientes:

1. **Aplicación limitada:** Solo se puede utilizar en tierra, pero no puede abandonar el terreno ni asociarse con la comunicación móvil.
2. **Radiaciones nucleares:** Al exponerse a las radiaciones nucleares, el cristal se oscurece y cuanto más duro es el cristal, más fácilmente perderá su color.
3. **Baja potencia:** Las fuentes de emisión de luz están limitadas a baja potencia y los emisores de alta potencia están disponibles, pero son costosos.
4. **Fragilidad:** Las fibras ópticas son muy delicadas se rompen fácilmente.

5. **Distancia:** La distancia entre el transmisor y el receptor debe ser corta o si es larga, los repetidores de señal se utilizan para garantizar que las señales no sean débiles.

2.6 Uso de la fibra óptica

La Fibra óptica en la actualidad es muy usada, gracias a sus beneficios que otorga a los clientes, uno de los más importantes es el servicio de triple-play que consiste en ofrecer telefonía, datos y tv. Las redes informáticas son un caso de uso de fibra óptica común, debido a la capacidad de la fibra óptica de transmitir datos y proporcionar un gran ancho de banda. Del mismo modo, la fibra óptica se utiliza con frecuencia en radiodifusión y electrónica para proporcionar mejores conexiones y rendimiento.

Las industrias militares y espaciales también hacen uso de fibra óptica como medio de comunicación y transferencia de señal, además de su capacidad para proporcionar detección de temperatura. Los cables de fibra óptica pueden ser beneficiosos debido a su menor peso y menor tamaño.

2.7 Índice de refracción y ley de Snell

Cuando la luz viaja de un medio a otro, generalmente se dobla o se refracta. La ley de la refracción nos da una forma de predecir la cantidad de flexión. Esta ley es más complicada que la de la reflexión, pero una comprensión de la refracción será necesaria para nuestra discusión futura de lentes y sus aplicaciones. La ley de la refracción también se conoce como la Ley de Snell, llamada así por Willobrord Snell, quien descubrió la ley en 1621.

2.7.1. Índice de refracción

Es una cantidad física adimensional, que es específica para cierto medio, y su valor caracteriza la velocidad de la luz en este medio. Distinguimos entre el índice de refracción relativo y absoluto. El índice de refracción absoluto se define como una relación de la velocidad de la luz en vacío y en medio seleccionado. En general, el índice de refracción depende en la longitud de onda de la luz incidente.

El índice de refracción relativo se define como una relación de velocidades de la luz en dos diferentes medios. Por lo general, caracteriza las propiedades de una interfaz entre estos medios. Si la luz impacta la interfaz entre dos medios, se refleja parcialmente y refractado parcialmente. La ley de Snell describe la relación entre los ángulos de incidencia y refracción.

$$n = \frac{c}{v}$$

Dónde:

n: índice de refracción del medio

c: velocidad de la luz en el espacio libre ($3 \cdot 10^8$ m/s).

v: velocidad de la luz en el material.

2.7.2. Ley de Snell

Establece que la relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción de una onda a medida que viaja a través de un límite entre dos medios es una constante denominada índice de refracción. El valor de esta constante es igual a la relación de velocidades antes y después de cruzar el límite. La Ley de Snell, que puede establecerse como:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Dónde:

n_1 : es el índice de refracción en el primer material (adimensional).

n_2 : índice de refracción en el segundo material (adimensional).

θ_1 : ángulo de incidencia (grados)

θ_2 : ángulo de refracción (grados)

2.8 Redes ópticas pasivas (PON)

En muchos países es conocido que las fibras ópticas transmiten datos por señales de luz. Y a medida que estos datos se mueven a través de una fibra, se necesita una manera de separarla para que llegue al destino correcto. Se conoce que existen dos tipos de conexiones de banda ancha de fibra al hogar, que son redes ópticas pasivas (PON) y las redes ópticas activas (AON). Ambas conexiones facilitan formas de separar los datos y dirigirlos al lugar adecuado.

En la actualidad, los proveedores de telecomunicaciones satisfacen la demanda en sus redes de acceso, invirtiendo miles de millones de dólares para obtener un buen ancho de banda para brindar un mejor servicio a sus usuarios. A los proveedores de telecomunicaciones les gusta ver la evolución de la tecnología para garantizar que las futuras demandas de los consumidores puedan satisfacerse al permanecer dentro de la misma familia de tecnología. En consecuencia, el desarrollo de las redes ópticas pasivas va en aumento.

2.8.1. Definición de redes ópticas pasivas (PON)

Una red óptica pasiva es una red de telecomunicaciones que transmite datos a través de líneas de fibra óptica. Es pasiva ya que usa divisores sin potencia para enrutar los datos enviados desde una ubicación central a múltiples destinos. La red óptica pasiva implementa una arquitectura punto a multipunto a las instalaciones en las que

se utilizan divisores ópticos sin potencia para permitir que una sola fibra óptica sirva a múltiples puntos.

2.8.2. Tipos de redes ópticas pasivas (PON)

Si bien todas las PON utilizan cables ópticos y divisores sin alimentación, existen varias versiones. A continuación, hay una lista de diferentes tipos de PON.

1. **APON:** Su nombre completo es una red óptica pasiva de modo asíncrono de transferencia (ATM). Como el sistema PON original, APON utiliza tecnología ATM para transferir datos en paquetes o celdas de un tamaño fijo. En APON, la transmisión descendente es una transmisión ATM continua a una velocidad de bits de 155 Mbps o 622 Mbps. La transmisión en sentido ascendente tiene forma de ráfagas de células ATM a 155 Mbps.
2. **BPON:** También conocida como banda ancha PON, es la versión mejorada de APON. Adopta la multiplexación por división de longitud de onda (WDM) para transmisión descendente con una velocidad de transmisión de hasta 622 Mbps. También proporciona múltiples servicios de banda ancha como ATM, acceso a Ethernet y distribución de video. Hoy, BPON es más popular que APON.
3. **EPON:** Ethernet PON utiliza los paquetes de Ethernet en lugar de celdas ATM. Las tasas de EPON ascendentes y descendentes pueden alcanzar hasta 10 Gbps. Ahora se aplica ampliamente a la arquitectura FTTP o FTTH para servir a múltiples usuarios. Con las ventajas de escalabilidad, simplicidad, conveniencia de multidifusión y capacidad de proporcionar acceso de servicio completo, muchas áreas asiáticas adoptan EPON para sus redes.
4. **GPON:** Gigabit PON es el desarrollo de BPON como se puede visualizar en la tabla 2.1. Es compatible con varias velocidades de transmisión con el mismo

protocolo. La velocidad de datos máxima de downstream es de 2.5 Gbps y la de subida es de 1.25 Gbps. Se usa ampliamente para redes FTTH. Pero en comparación con EPON, sus tamaños de ráfaga y la sobrecarga de la capa física son más pequeños.

Tabla 2.1: Comparación de tecnologías

CARACTERÍSTICAS	EPON	BPON	GPON
Tasa de transmisión (Mbps)		Bajada:	Bajada:
	1250 (modo simétrico)	1244; 622; 155	2488; 1244
		Subida:	Subida:
		622; 155	2488; 1244; 622; 155
Codificación de línea	8B/10B	NRZ	NRZ
Número máximo de clientes por fibra óptica	32	32	64
Alcance máximo (km)	20	20	60
Estándar IEEE / ITU-T	IEEE 802.3ah	ITU-T G983.x	ITU-T G984.x
Costo de implementación	El menor de todos	Menor a GPON	Medio

Fuente: (Guaman Chacha, 2015)

2.8.3. Beneficios de redes ópticas pasivas (PON)

Las redes ópticas pasivas (PON) brindan servicios de voz, video y datos de alta velocidad, alto ancho de banda y seguros a través de una red de fibra combinada. Los principales beneficios de PON se enumeran a continuación:

1. Los costos operativos de la red son menores.
2. Proporciona un mayor alcance de la señal.
3. Elimina los conmutadores Ethernet en la red.
4. Los costos de energía de red son menores.
5. Menos infraestructura de red.

6. La distancia entre el centro de datos y el escritorio es mayor a 20 kilómetros.
7. El mantenimiento de la red es más fácil y menos costoso.

2.9 Tecnología GPON

GPON es una tecnología que está siendo escogida hoy en día por sus grandes beneficios en redes de acceso o triple play, y lo cual es usuario y grandes empresas están requiriendo sus servicios. Esta tecnología ofrece un gran ancho de banda y ahorro de energía, se está implementando en una amplia gama de empresas, universidades, centros comerciales, etc. Para abarcar las necesidades que necesita los clientes y empleados. Es totalmente de fibra óptica lo que genera un mayor gasto, ya que esta transmite grandes velocidades para que el usuario final disfrute del servicio de internet tranquilamente desde su hogar u oficina.

2.9.1. Definición de red GPON

Es la tecnología de acceso óptico pasivo de banda ancha de última generación y también una red de acceso punto a multipunto. Esta tecnología permite que el proveedor de cobertura a varios hogares o empresa por una única fibra, esta utiliza divisores pasivos en la red, lo cual genera un ahorro de energía.

2.9.2. Descripción del estándar ITU-T G.984

El estándar ITU-T G.984 las primeras recomendaciones comenzaron entre los años 2003 y 2004 desde entonces se han realizado varios cambios en ellas, desde el comienzo la principal motivación para GPON es brindar un mayor ancho de banda, mejor servicio y transportar los paquetes IP sin ningún inconveniente (Marín, 2017). En la actualidad el estándar ITU-T GPON cuentan con 4 actualizaciones como

visualiza en la fig. 2.7 que son: ITU-T G984.1, ITU-T G984.2, ITU-T G984.3, ITU-T G984.4

2.9.2.1. Norma UIT-T G.984.1

Esta norma muestra las características generales de una red GPON, el funcionamiento y constitución, con la finalidad de la convergencia del equipamiento, así como mostrar la topología utilizada.

2.9.2.2. Norma UIT-T G.984.2

Esta norma se resume en una serie de especificaciones para la administración de la capa dependiente de los medios físicos PMD (Physical Media Dependent). La norma engloba servicios de voz, distributivos y de datos con tasas de transmisión en Gbps (Viera Páez, 2013).

2.9.2.3. Norma UIT-T G.984.3

Los parámetros dados en esta recomendación sirven para aclarar la interoperabilidad entre la capa de convergencia y la PMD, en base al uso de herramientas como el AES y la trama FEC utilizada en la comunicación entre la OLT y varias ONU en sentido descendente (Lorenti Gomezcoello, 2014). Se define que está directamente referenciada a los aspectos de la fibra óptica, describiendo algunas de las redes con acceso flexible para este medio y las características de las redes PON (Viera Páez, 2013).

2.9.2.4. Norma UIT-T G.984.4

Esta normativa se centra en OMCI (ONT Management and Control Interface) interfaz de control y gestión de la terminación de red óptica ONT, trabaja en MBI

(Management Information Base) base de información de gestión autónomo del protocolo de comunicación entre los equipos ópticos OLT y ONT (Viera Páez, 2013).

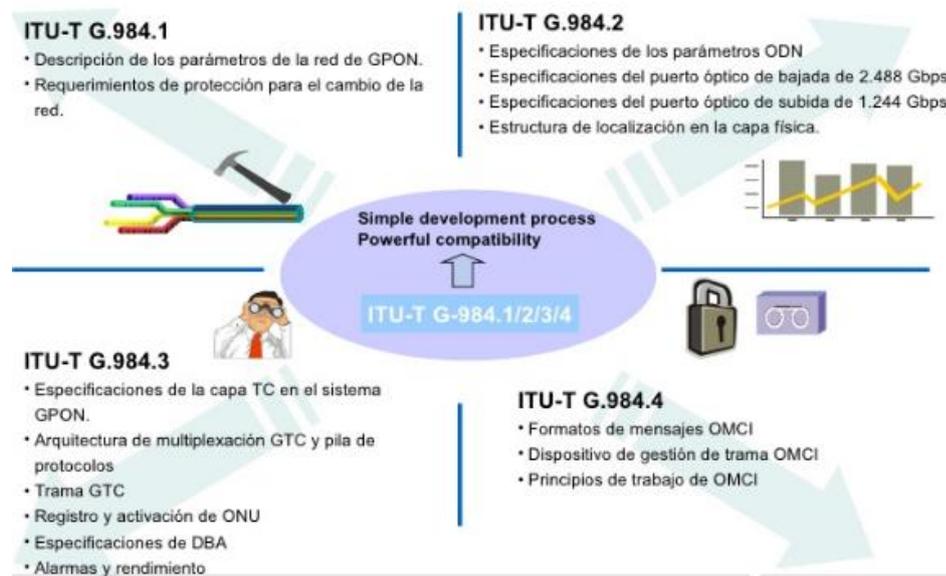


Figura 2.7: Estándar ITU-T G984.x
Fuente: (Huawei Technologies Co. Ltd, 2011)

2.9.3. Tecnologías que se utiliza en la red GPON

En una red GPON se asignan longitudes de onda para el tráfico de datos y en esta red se utiliza 2 longitudes: Downstream-TDM y Upstream-TDMA.

2.9.3.1. Downstream-TDM

Esta tecnología se encarga de remitir la información a los diferentes splitters, de esta forma se encarga de dirigir la información a las ONTs que se hallen en la red; una ONT destinada puede leer la información de un estándar de seguridad que maneja la tecnología Downstream-TDMA, mientras que las otras ONTs no pueden acceder a la información por sus estándares de encriptación, y eso que están conectadas a la misma red (Marín, 2017).

2.9.3.2. Upstream-TDMA

Esta tecnología consiste en un sistema que accede a una conexión de punto a punto, esto significa que la OLT brinda una información, la cual es remitida únicamente a una ONT, para que los cruces de información eviten tener inconvenientes y así poder enviar en cualquier momento dicha información (Marín, 2017).

2.9.4. Funcionamiento de la red GPON

Mediante el uso de divisores pasivos, GPON admite que una sola fibra haga lo que solían usar múltiples fibras, donde facilita al abonado que disfrute los múltiples servicios que esta brinda exclusiva red de datos de fibra como se visualiza en la fig. 2.8. GPON es escalable no se necesita recablear la red. Se pueden configurar a múltiples de usuarios depende la capacidad de la OLT.

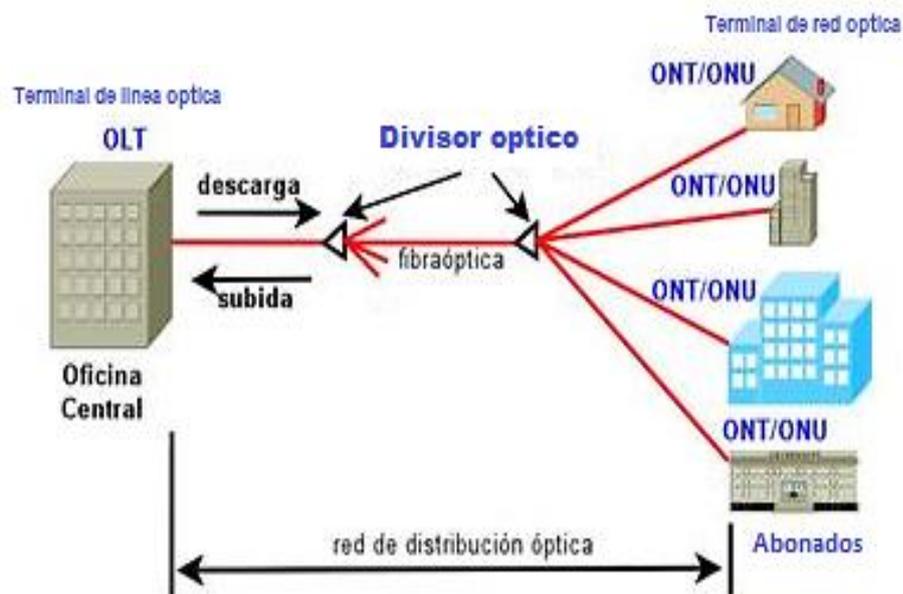


Figura 2.8: Funcionamiento de la red GPON
Elaborado por: Autor

La tecnología GPON admite un futuro traslado sin reemplazo pasivo en la infraestructura, ya sea por la evolución de tecnología y puede que el ancho de banda

aumente para los abonados. El resultado final que ofrece esta tecnología es una velocidad de alta capacidad, ofreciendo múltiples servicios como sistemas de seguridad por cámaras, video a pedido que es muy usado actualmente, internet de gran velocidad, IPTV que reemplazara a la tv por cable ya que es de ultra definición, sistema domótico para poder controlar el acceso y entrada a tu hogar, telefonía analógica y por VoIP y acceso a WiFi.

2.9.5. Usos de la red GPON

GPON ofrece una amplia gama de beneficios que permite despliegues de fibra de mercados masivos rápidos y flexibles al menor costo posible de propiedad e implementación. Al combinar la conectividad completa basada en IP y la última fibra con las innovaciones de punto final, las redes ópticas pasivas de gigabits (GPON) aparecen cada vez más como la tecnología de red heredada clave.

1. Admite servicios de triple reproducción, proporcionando soluciones competitivas para todos los servicios.
2. Admite la transmisión de gran ancho de banda para analizar de la entrada del acceso de ancho de banda a través de cables de par trenzado.
3. Admite la cobertura de servicio de largo alcance (hasta 20 km) para superar el obstáculo de la tecnología de acceso sobre cables de par trenzado y reducir los nodos de red.
4. Con estándares completos y altos requisitos técnicos, GPON admite servicios integrados de una buena manera.
5. GPON es una opción de arquitectura totalmente óptica que ofrece lo mejor de todos los mundos.

2.10 Tecnología FTTx

Es un término colectivo para diversas topologías de entrega de fibra óptica que se clasifican según dónde termina la fibra. Los cables de fibra óptica, gracias a sus hilos de silicio transportan grandes datos que los cables de cobre. Gracias a esta tecnología se puede llegar a los diferentes abonados que están situados a diferentes edificaciones con un servicio especial para brindarle un servicio de calidad. Los términos de uso más extendido hoy en día.

2.10.1. FTTP (*Fiber to the premises*)

Se lo utiliza como término general para FTTH y FTTB, o cuando la red de fibra incluye empresas pequeñas y hogares (Sinda Optic, 2018).

2.10.2. FTTH (fibra hasta el hogar)

Fibra hasta el hogar son las que llegan directamente a un hogar o residencia, es una tecnología por comunicación punto a punto, estas ofrecen un servicio de voz, datos y telefonía fija, lo cual es ofrecido por las distintas empresas de telecomunicaciones.

2.10.3. FTTB (*fiber to the building*)

En el subsuelo de la edificación se construye un nodo o cuarto de telecomunicaciones especialmente para brindar un servicio de calidad, donde la fibra es distribuida adecuadamente a través de un edificio, condominio o centro comercial (Sinda Optic, 2018).

2.10.4. FTTD (*Fiber to the desktop*)

La conexión inicia desde el computador donde se conecta la fibra a un convertidor de medios de fibra o terminal cerca de la mesa del usuario (Sinda Optic, 2018).

2.10.5. FTTO (fibra a la oficina)

Se instala un cable de fibra óptica desde el interruptor principal de la sala de la computadora a un mini interruptor especial que se encuentra en la oficina (Sinda Optic, 2018).

2.10.6. FTTZ (*fiber to the zone*)

Se usa en las redes de área local de una empresa, se utiliza un cable de fibra óptica para conectar la sala principal de equipos informáticos a un cercamiento cercano al escritorio u oficina de trabajo (Sinda Optic, 2018).

2.10.7. FTTF (fibra a la fachada)

En un escenario de fibra al patio delantero, cada nodo de fibra sirve a un solo suscriptor. Esto admite velocidades de diferentes gigabits usando tecnología XG-fast. El nodo puede ser alimentado de forma inversa por el módem de abonado (Sinda Optic, 2018).

2.10.8. FTTdp (Fibra al punto de distribución)

Esto es muy parecido a FTTC / FTTN, pero está en un paso cerca moviendo nuevamente el extremo de la fibra a unos metros del límite de las instalaciones del cliente en la última junta de unión posible conocida como el "punto de distribución" "Esto permite velocidades de casi gigabit (Sinda Optic, 2018).

2.10.9. FTTN (fibra hasta el nodo)

La fibra proviene de un nodo y finaliza en un armario de la calle, donde llegara al cliente, las conexiones finales son de cobre. Es usado generalmente para ofrecer servicios de voz, datos y tv (Sinda Optic, 2018).

2.10.10. FTTC (fibra hasta el gabinete)

Es una tecnología de conectividad que se fundamenta en una fibra híbrida que está formada por fibra de vidrio y cable de cobre. El cable de fibra óptica sale de una central telefónica hasta finalmente llegar a un armario. Desde este punto de distribución, se conecta a una línea telefónica donde se brindará el servicio propuesto por la empresa de telecomunicaciones (Sinda Optic, 2018).

2.11 Estándar FTTB (Fibra hasta el edificio)

Fibra al edificio (FTTB) es un tipo de instalación de cable de fibra óptica donde el cable se dirige a un punto en una propiedad compartida y el otro cable proporciona la conexión a hogares individuales, oficinas u otros espacios (Basantes Moreno, 2017).

2.11.1 Arquitectura de la red FTTB

Como se mencionó anteriormente FTTB esta permite la transmisión de información a velocidades de alta calidad aprovechando las utilidades de los sistemas de distribución ópticos y de la fibra óptica (Maydana Martinez, 2014). Actualmente el uso de esta arquitectura está incrementando, ya que el costo es menor si se compara con FTTH donde un cable de fibra va directo al abonado, y en cambio FTTB la conexión sale del nodo hasta los splitters hasta conectarse a las ONTs especialmente para el edificio y así facilita la conexión para cada cliente.

Con FTTB, la ONT llega hasta el edificio y será compartida entre todos los clientes que requieran. Desde la ONT hasta el usuario, se usa un cable patch cord con el estándar FTTB y así llega el servicio ya sea de internet, voz o tv. Si en un edificio hay un cliente corporativo la conexión será diferente ya, que se usará un switch para

poder brindarle el servicio. Cada usuario tendrá un equipo de capa 3 que es un router para que accedan al servicio de WiFi.

2.11.1.1 Elementos básicos de la arquitectura FTTB

Básicamente se encuentran 4 elementos principales en la arquitectura FTTB que son los siguientes:

1. **Cabecera:** La función de la cabecera es recibir las señales que transmite el satélite terrestre o aéreo así procesarlas para enviar a los usuarios por medios de la fibra y equipos necesarios, esta proporciona que la señal sea de calidad. Gracias a la cabecera la señal será transmitida hasta el usuario final.
2. **OLT:** El terminal de línea óptica es el elemento principal de la red y generalmente se coloca en el intercambio local como se puede observar en la figura 2.9. La programación del tráfico, el control del buffer y la asignación del ancho de banda son las funciones más importantes del terminal de línea óptica.



Figura 2.9: Terminal de línea óptica

Fuente: (Huawei Technologies Co., Ltd., 2018)

3. **Splitter:** El splitter divide la potencia de la señal. Es decir, cada enlace de fibra que entra en el divisor se puede dividir en un número dado de fibras que salen del divisor. El splitter tiene las características de amplio rango de longitud de onda operativa, baja pérdida y uniformidad de inserción, dimensiones mínimas, alta confiabilidad y política de supervivencia y protección de la red de soporte. Existen splitters de primer nivel y segundo nivel, con puertos 4 y 8 puertos.
4. **ONT (Terminal de red óptica):** La ONT se implementa en las instalaciones del cliente. Está conectado a la OLT por medio de la fibra óptica y no posee elementos activos presentes en el enlace. Como se puede ver en la figura 2.10, se visualiza como es físicamente el ONT. En GPON, el transceptor en el ONT es la conexión física entre las instalaciones del cliente y la oficina central OLT.



Figura 2.10: Terminal de red óptica
Fuente: (Huawei Technologies Co. Ltd., 2017)

2.11.1.2 Servicios que ofrece FTTB

Los servicios que brinda una FTTB son iguales a los de FTTH pero con mejor calidad.

1. Distribución de TV

Estos servicios están relacionados con los sistemas CATV y requieren una bidireccionalidad sencilla y de baja capacidad. Se envía muy poca cantidad de información por el canal ascendente (desde el usuario hacia la cabecera). El servicio PPV (PAY-PER-VIEW) este permite que nosotros como usuario se pueda visualizar y seleccionar el contenido que se querrá, este servicio brinda más películas por pagar ya que algunas recién salen en el cine y está a la par con el servicio. La digitalización y compresión de señales de video permite cada vez un mayor número de canales difundándose simultáneamente por la red. El servicio de VoD (*Video on Demand*) es sumamente popular ya que hay videos de artistas o partes de películas que no salieron al aire, con este servicio puedes contratar y ver lo que te faltó de ver.

2. Servicios de Telefonía

Los fabricantes hablan mucho de voz sobre IP (VoIP), ya que esta permite implementar nuevas prestaciones con una disminución de costos y evita la dependencia de un solo distribuidor. Hay parámetros que pueden disminuir la calidad de servicio de telefonía VoIP, como la variación del retardo por procesos de enrutamiento, son el deterioro de paquetes por la congestión de la red y la latencia derivada de la red de conmutación de paquetes.

3. Acceso a Internet.

En la actualidad el internet ofrece servicios que requieren cada día más de una velocidad de calidad para que fomenten las ventas por internet, servicios web, telemedicina, videoconferencia, que conllevan la transmisión de voz, datos, imágenes fijas o animadas y video digitalizado. En la actualidad el internet es muy importante

ya que muchos usuarios se benefician al usar y ahorrar tiempo en búsquedas muy importantes ya sea tesis, consultas, compras, etc.

4. Servicios Interactivos

El ancho de banda que te brinda tu operador de internet es muy importante, ya que se requiere de una buena conectividad para poder acceder a videos juegos online, libros web o hacer compras por Amazon, los tiempos de respuesta deben de ser cortos entre usuario y así poder disfrutar de juegos, leer o comprar.

2.12 Modelo OSI

Es un modelo de referencia de como las aplicaciones se pueden comunicar a través de una red. Un modelo de referencia es un marco conceptual para entender las relaciones. El propósito del modelo OSI es guiar a los proveedores y desarrolladores para que los productos de comunicación digital, los programas de software que crean interactúen y para facilitar comparaciones claras entre las herramientas de comunicación.

La mayoría de los proveedores involucrados en las telecomunicaciones intentan describir sus productos y servicios en relación con el modelo OSI. Y aunque es útil para guiar la discusión y evaluación, rara vez se implementa realmente la OSI, ya que pocos productos de red o herramientas estándar mantienen juntas todas las funciones relacionadas en capas bien definidas en relación con el modelo. Los protocolos TCP / IP, que definen Internet, no se asignan correctamente al modelo OSI.

2.12.1. Capas OSI

El concepto principal de OSI es que el proceso de comunicación entre dos puntos finales en una red de telecomunicaciones se puede dividir en siete grupos

distintos de funciones relacionadas, o capas. Cada usuario o programa que se comunica se encuentra en una computadora que puede proporcionar esas siete capas de funciones. Entonces, en un mensaje dado entre usuarios, habrá un flujo de datos hacia abajo a través de las capas en la computadora fuente, a través de la red y luego hacia arriba a través de las capas en la computadora receptora.

Las siete capas de funciones son proporcionadas por una combinación de aplicaciones, sistemas operativos, controladores de dispositivos de tarjetas de red y hardware de red que permiten a un sistema poner una señal en un cable de red o salir por Wi-Fi u otro protocolo inalámbrico. Las siete capas de interconexión de sistemas abiertos.

2.12.1.1 Aplicación (Capa 7)

El Modelo OSI, Capa 7, admite los procesos de aplicación y usuario final. Se identifican los socios de comunicación, se identifica la calidad del servicio, se consideran la autenticación y la privacidad de los usuarios, y se identifican las limitaciones de la sintaxis de los datos. Todo en esta capa es específico de la aplicación. Esta capa proporciona servicios de aplicaciones para transferencias de archivos, correo electrónico y otros servicios de software red. Telnet y FTP son aplicaciones que existen completamente en el nivel de aplicación. Las arquitecturas de aplicaciones escalonadas son parte de esta capa.

2.12.1.2 Presentación (Capa 6)

Esta capa proporciona independencia de las diferencias en la representación de datos (por ejemplo, encriptación) al traducir de la aplicación al formato de red, y viceversa. La capa de presentación funciona para transformar datos en la forma que la

capa de aplicación puede aceptar. Esta capa formatea y cifra los datos que se enviarán a través de una red, lo que brinda libertad de los problemas de compatibilidad. A veces se llama la capa de sintaxis.

2.12.1.3 Sesión (Capa 5)

Esta capa establece, administra y termina las conexiones entre aplicaciones. La capa de sesión configura, coordina y finaliza conversaciones, intercambios y diálogos entre las aplicaciones en cada extremo. Se trata de la coordinación de sesión y conexión.

2.12.1.4 Transporte (Capa 4)

El modelo OSI, Capa 4, proporciona transferencia transparente de datos entre sistemas finales o hosts, y es responsable de la recuperación de errores de extremo a extremo y el flujo de datos. Asegura una transferencia de datos completa.

2.12.1.5 Red (Capa 3)

La Capa 3 tecnologías de conmutación y enrutamiento, creando rutas lógicas, conocidas como circuitos virtuales, para transmitir datos de un nodo a otro. El enrutamiento y el reenvío son funciones de esta capa, así como el direccionamiento, la interconexión de redes, el manejo de errores, el control de la congestión y la secuencia de paquetes.

2.12.1.6 Enlace de datos (Capa 2)

En modelo OSI, capa 2, los paquetes de datos se codifican y decodifican en bits. Proporciona conocimiento y administración del protocolo de transmisión y maneja errores en la capa física, control de flujo y sincronización de cuadros. La capa

de enlace de datos se divide en dos subcapas: la capa Control de acceso a medios (MAC) y la capa control de enlace lógico (LLC). La subcapa MAC controla cómo una computadora en la red obtiene acceso a los datos y permiso para transmitirlos. La capa LLC controla la sincronización de cuadros, el control de flujo y la comprobación de errores.

2.12.1.7 Físico (Capa 1)

En modelo OSI, capa1 transmite el flujo de bits - impulso eléctrico, luz o señal de radio a través de la red a nivel eléctrico y mecánico. Proporciona los medios de hardware para enviar y recibir datos en un operador, incluida la definición de cables, tarjetas y aspectos físicos.

2.12.2. Características de la capa de red

La capa de red se la conoce como la capa donde tiene lugar el enrutamiento. El trabajo principal de un enrutador es obtener paquetes de una red a otra. Los protocolos y tecnologías de capa 3 permiten comunicaciones de red a red. Un conmutador de Capa 3 es simplemente un dispositivo de Capa 2 que también enruta (una función de Capa 3). Otro aspecto clave de los enrutadores es que cada interfaz en un enrutador tiene su propia dirección IP, porque cada una de esas interfaces está en redes diferentes.

Al solucionar problemas de red, es útil comprender si el problema está ocurriendo en la Capa 2 o en la Capa 3 del modelo OSI. Si puede lograr que las comunicaciones locales funcionen, pero los paquetes no atraviesan los límites de Capa 3, entonces tiene un problema de Capa 3 en sus manos.

La capa de red proporciona:

- Enrutamiento: Enruta marcos entre redes.
- Control de tráfico de subred: Los enrutadores (sistemas intermedios de capa de red) pueden instruir a una estación emisora para que "acelere" la transmisión de su cuadro cuando el búfer del enrutador se llena.
- Fragmentación de trama: Si determina que el tamaño máximo de la unidad de transmisión (MTU) del enrutador descendente es menor que el tamaño de trama, un enrutador puede fragmentar una trama para su transmisión y reensamblaje en la estación de destino.
- Mapeo de direcciones lógico-físicas: traduce direcciones lógicas, o nombres, en direcciones físicas.
- Contabilidad de uso de subred: Tiene funciones de contabilidad para realizar un seguimiento de las tramas reenviadas por los sistemas intermedios de subred, para generar información de facturación.

CAPÍTULO 3: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Este capítulo se centra en la obtención de los objetivos descritos en el capítulo 1 para el diseño de la red de fibra óptica, su tecnología y equipos que se van a utilizar en el centro comercial Alhambra, así como costos aproximados, para una futura implementación.

3.1 Características de la red de fibra óptica y de los equipos

La fibra óptica se emplea especialmente para la conectividad a grandes distancias y con mayor ancho de banda. A medida que la fibra permite mayores anchos de banda con exigencias más rigurosos, cada vez es más considerable garantizar que los enlaces troncales cumplan estándares rigurosos de pérdidas. La necesidad de mayor capacidad de transmisión de datos sigue aumentando a medida que crecen y se expanden las aplicaciones de red. Estas grandes velocidades de transmisión requieren cables que soporten mayor ancho de banda (Llorente, 2014). La fibra óptica es el medio favorito para distancias que exceden los 100 metros, como los cables del troncal de edificio, centros comerciales o campus.

3.1.1. Cable monomodo

Se escoge el cable de fibra óptica monomodo, ya que este se lo utiliza para mayores distancias y como el diámetro del núcleo es menor, la atenuación disminuye, lo cual hace que la transmisión de datos sea de calidad. El cable que se utiliza es un cable monomodo de 24 hilos como se visualiza en la Fig. 3.1 los cuales alimentara al centro comercial Alhambra.



Figura 3.1: Cable de fibra óptica monomodo de 24 hilos
Elaborado por: Autor

3.1.2. Cable de fibra monomodo de 24 hilos

El cable que se utiliza es de 24 hilos como se observa en la tabla 3.3, el cual posee 4 buffer y cada uno tiene 6 hilos de colores.

Tabla 3.1: Buffers e hilos del cable de fibra de 24 hilos

Buffer	Número	Hilo
NARANJA A	1	Naranja
	2	Blanco
	3	Café
	4	Verde
	5	Azul
	6	Gris
AZUL	7	Naranja

	8	Blanco
	9	Café
	10	Verde
	11	Azul
	12	Gris
CAFÉ	13	Naranja
	14	Blanco
	15	Café
	16	Verde
	17	Azul
	18	Gris
VERDE	19	Naranja
	20	Blanco
	21	Café
	22	Verde
	23	Azul
	24	Gris

Elaborado por: Autor

3.1.3. Patch cord

El patch cord es un cable de fibra óptica con conectores de fibra óptica en ambos extremos. Tiene dos áreas de aplicación principales: estación de trabajo de la computadora a la salida y paneles de conexión de fibra óptica o centro de distribución óptica de conexión cruzada. Los patch cord de fibra óptica son solo para aplicaciones en interiores. Los cables de conexión de fibra óptica se dividen en diferentes tipos según los tipos de conectores, el modo cable de fibra, la estructura del cable, los tamaños de cable y los tipos de pulido de conectores.

Patch cord de fibra monomodo, los cables de parcheo de fibra óptica monomodo usan cable de fibra monomodo a granel de 9/125 micras y conectores de fibra óptica monomodo en ambos extremos. El color del recubrimiento del cable de fibra óptica monomodo es generalmente amarillo tal como se visualiza en la siguiente figura 3.2.

Patch cord de fibra multimodo, los cables de conexión de fibra óptica multimodo utilizan cable de fibra multimodo a granel 62.5 / 125 micras o 50/125 micras y terminados con conectores de fibra óptica multimodo en ambos extremos. El color del recubrimiento del cable de fibra óptica multimodo es generalmente naranja.

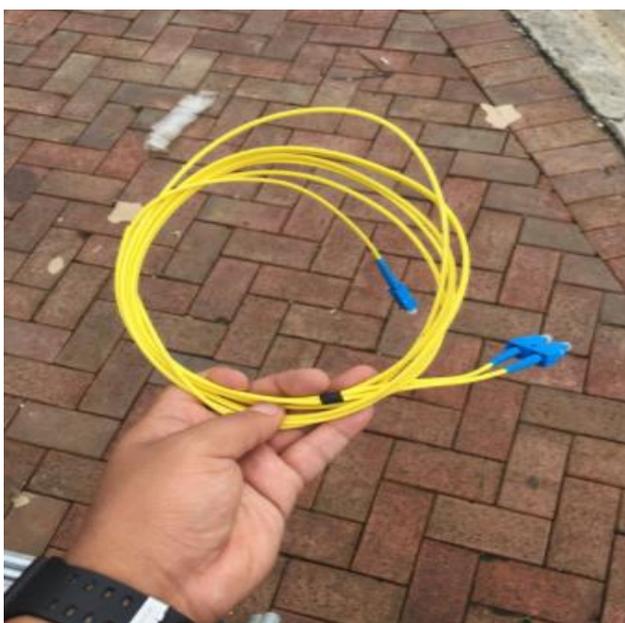


Figura 3.2: Patch cord monomodo
Elaborado por: Autor

3.1.4. Transceiver

Un transceptor es una combinación de transmisor y receptor en un solo circuito común. El término se aplica a los dispositivos de comunicaciones inalámbricas, tales como teléfonos celulares, teléfonos inalámbricos, radios portátiles de dos vías y radios móviles bidireccionales como se visualiza en la figura 3.3. Ocasionalmente, el término

se usa en referencia a dispositivos transmisores y receptores en sistemas de cable o fibra óptica.



Figura 3.3: Transceiver
Elaborado por: Autor

3.1.5. OTDR

Un reflectómetro óptico en el dominio del tiempo es un dispositivo utilizado para detectar fallas con precisión en un enlace de fibra óptica de una red de comunicación. Su función incluye la generación y transmisión de una serie de ventajas ópticas de alta velocidad dentro de la fibra.

El OTDR que se va a utilizar es de la marca OFL280 FlexTester como se puede visualizar en la figura 3.4, este ofrece unas combinaciones de funciones de prueba de fibra óptica, facilidad de uso, portabilidad y valor. Todos los modelos FlexTester OFL280 incluyen un modo único integrado OTDR 1310/1550 nm con prueba PON optimizada y estándar modos, medidor de potencia óptica, fuente de láser 1310/1550 nm, y localizador visual de fallas. (Fiber Instrument Sales INC., 2010).

Para este proyecto se utilizará el OTDR para saber las longitudes de la fibra y la pérdida de atenuación para así conocer que anomalías tiene y se podrá visualizar en forma gráfica en la pantalla del dispositivo, para que la fibra pueda trabajar en perfectas condiciones.



Figura 3.4: Dispositivo OTDR
Elaborado por: Autor

3.1.6. Fusión de fibra

Es una conexión permanente de dos o más fibras ópticas al soldarlas juntas mediante un arco electrónico como se observa en la figura 3.5, es el método más utilizado de empalme ya que proporciona la pérdida más baja, la unión más fuerte y más confiable entre dos fibras. Es una solución preferida cuando un cable de fibra óptica disponible no es lo suficientemente largo para la ejecución requerida.

Generalmente, hay cuatro pasos básicos en el proceso de empalme de fusión como se ilustra en el siguiente uno por uno.

1. Paso 1: Pelar la fibra

El proceso de empalme comienza con la preparación para fusionar ambos extremos de las fibras. Por lo tanto, se debe quitar toda la capa protectora, la cobertura,

los tubos, etc., dejando solo el hilo de fibra que se va a empalmar, los cables deben estar limpios.

2. Paso 2: Cortar la fibra

Se necesita una buena cuchilla de fibra para que el empalme sea exitoso. El corte debe ser perfectamente plano y perpendicular al eje de la fibra para un empalme adecuado.

3. Paso 3: Fusionar la fibra

Al fusionar la fibra, hay dos pasos importantes: alineación y fusión. En primer lugar, alineando los extremos de la fibra dentro de la fusionadora de fibra óptica. Una vez que se logra la alineación adecuada, se utiliza un arco eléctrico para fundir las fibras y soldar permanentemente los dos extremos de fibra.

4. Paso 4: Proteger la fibra

Se requiere proteger la fibra mediante el uso de tubos termorretráctiles, el gel de silicona o los protectores de ajustes mecánicos, lo cual mantendrán el empalme protegido de los elementos externos y la rotura. Una vez fusionada la fibra se puede utilizar adecuadamente en los diferentes equipos.



Figura 3.5: Fusionadora de cable de fibra óptica
Elaborado por: Autor

3.1.7. Etiquetadora

La impresora de etiquetas portátil BMP21-PLUS como se observa en la figura 3.9, asume los trabajos de etiquetado más difíciles en el campo. Ya sea que esté en una sala de servidores, reparando una caja de interruptores u organizando su lugar de trabajo, puede contar con la etiquetadora BMP21-PLUS para hacer el trabajo y hará el trabajo rápidamente (Brady Worldwide Inc, 2014).

Con el formato automático inteligente, todo lo que necesita hacer es colocar un cartucho de etiquetas, escribir e imprimir. Esta impresora también aprovecha la oferta de material confiable de Brady. Los fabricantes de cables, banderas de cable, vinilo para todo uso, etiquetas autos laminables, tela de nylon, lo que sea. Encontrar la etiqueta correcta para hacer el trabajo es fácil (Brady Worldwide Inc, 2014). Su función es de una impresora, pero portátil se usará mucho en este proyecto ya que hay que diferenciar las rutas, cables, splitters y otros equipos que se van a utilizar.



Figura 3.6: Etiquetadora
Elaborado por: Autor

3.1.8. Splitter

El Splitter que se utilizara es de 1x8, es un dispositivo pasivo que está diseñado para funcionar en relación a la dirección del haz de la luz, ésta a su vez se divide en el haz de la luz entrante y de donde esta se distribuye a las múltiples fibras ópticas, es decir que hace que la transmisión de la luz sea de manera combinada o sea un dirección opuesta al que se encuentra en la misma fibra, este tipo de dispositivo pasivo nos brinda la ventaja de que consta con pérdidas de inserción en dBs muy bajas y otra característica es que su mantenimiento e instalación es muy fácil.

3.1.9. ODF

Un distribuidor óptico (ODF) se utiliza principalmente para conectar y programar fibras y cables ópticos. Es aplicable a las intersecciones de fibras entre una red y los dispositivos de transmisión óptica, así como entre los cables ópticos de las redes de acceso.

Huawei cuenta con tres especificaciones de capacidad para los ODF: grande, mediano y pequeño. Ambas unidades de splitter óptico, además de las unidades integradas de empalme y terminación, tienen un diseño modular, configuraciones flexibles, espacio operativo suficiente, enrutamiento optimizado y diseño ergonómico.

3.1.10. Caja de dispersión

Las cajas de terminación de fibra de montaje en pared están diseñadas para cables preconectados, instalación de conectores en campo o empalme en campo de pigtailes. Ofrecen una solución ideal para la construcción de terminales de entrada, armarios de telecomunicaciones, conexiones cruzadas principales, salas de ordenadores y otros entornos controlados

3.1.11. ONT

Los terminales de red óptica son dispositivos de usuario para las soluciones FTTH (fibra hasta la vivienda) o FTTB (fibra hasta el edificio); proporcionan acceso de banda ultra-ancha para autónomos y particulares que utilizan tecnologías GPON.

Los ONT de la serie EchoLife HG8247H poseen puertos POTS y FE/GE con detección automática para lograr un acceso de alto rendimiento. Optimice los servicios con garantía de futuro a través de los ONT de la serie EchoLife HG de Huawei, que incluyen modelos para puente de Capa 2 inteligente, puente + voz POTS y un gateway que admite puertos Wi-Fi y USB.

3.1.12. Switch

El switch Cisco SGE2010P posee 48 puertos de alta velocidad optimizados para el núcleo de la red o para aplicaciones de alto consumo de ancho de banda. La alta seguridad protege el tráfico de la red para evitar el acceso de usuarios no autorizados. Gestión por Internet simplificada que facilita la instalación y configuración.

3.1.13. Router

Se utilizará un router HP A-MSR 900 ofrece velocidades de hasta 100 Kps e integra enrutamiento, conmutación, seguridad y LAN inalámbrica 802.11b/g en un solo dispositivo para conectividad de sucursales pequeñas exigentes. El enrutador MSR900 ofrece soluciones de red convergente, con inclusión de datos, voz y video, compatibilidad con IPv6 y calidad de servicio (QoS) sólida para admitir aplicaciones de redes empresariales. Además, el diseño basado en estándares ofrece interoperabilidad total en entornos de varios proveedores.

3.1.14. Normativas de Telconet para un diseño con tecnología GPON

El diseño de este proyecto inicio con la asignaciones de pedestales que alimentaran al nodo del centro comercial, uno de los elementos de gran importancia fue el uso del programa Google Earth y AutoCAD que facilito el desarrollo de proyecto de titulación, también se realizó recorridos realizados por el sector para referenciar puntos necesario y verificar las condiciones que se encuentra el sector a nivel de la telecomunicaciones, luego de este análisis se llegó a una idea especifica de los criterios a aplicar en el diseño, para este proyecto se utilizará splitters de 1:8 y 1:8 en cajas en la segunda.

Para la elaboración de una red GPON FTTH, se necesita: (a) Calculo de las necesidades de la red, (b) Transmisión (acceso a la red), (c) Feeder, (d) Distribución, y (e) Presupuesto Óptico.

- 1. Calculo de las necesidades de la red:** Este cálculo se lo realiza luego de conocer las necesidades del centro comercial Alhambra, teniendo claro la extensión del proyecto a nivel geográfico y poder plantear un diseño óptimo para el centro comercial Alhambra. En la tabla se muestran los cálculos de la red a diseñar.

Tabla 3.2: Necesidades de la red

Total Proyecto:	Locales Comercial	69
	NAP's	2
	km F.O pedestal A-nodo	3,22 km
	km F.O pedestal B-nodo	3,03 km

Elaborado por: Autor

- 2. Transmisión:** la transmisión o el acceso a la red es muy necesaria en estos sistemas, esta nos permite tener la salida y la conexión a los diferentes pedestales los cuales brindan el servicio necesario. La red de acceso para este diseño abarca desde el pedestal A y pedestal B, con un recorrido aproximado de 0.22 km de fibra de 24 hilos, de los cuales se estima 4 hilos 2 en cada splitter, un hilo de envío de información y el otro hilo para la recepción de la misma.
- 3. Feeder:** es el cable principal que sale de los pedestales y va siendo sangrado en su trayectoria hasta alimentar al nodo del centro comercial Alhambra. La distancia del pedestal A hasta el nodo del centro comercial es 0.22 km. La distancia del pedestal B hasta el nodo del centro comercial es 0.03 km.
- 4. Distribución:** la distribución en una red GPON, se da a lo largo de toda la trayectoria del proyecto delimitado con anterioridad, este cable de distribución puede ser de 144, 96, 48, 24, 12 o 6 hilos según las normativas de la empresa TELCONET, el cable a utilizar depende de la necesidad o condiciones del terreno. Para este diseño se puede utilizar canalización y pozos, esto se da ya que en algunas partes del sector no cuentan con la infraestructura correcta para pasar los tendidos.

En ambos pedestales para alimentar al nodo del centro comercial, se utilizará un cable de 24 hilos y se construirá un pozo de 80 x 80 cm para el ingreso de la fibra hacia las canaletas del centro comercial.

- 5. Presupuesto Óptico:** en el presupuesto Óptico se contempla la trayectoria más lejana entre la OLT y la última NAP, también intervienen todos los conectores y empalmes que se utilizan para la conexión, esto se da para

determinar la potencia que transmitiría y lo máximo que soportaría de atenuación un enlace. Tal como se muestra en la tabla 3.3

Tabla 3.3: Presupuesto óptico

CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA (NAP):		4to piso	
MARGEN DE ATENUACION MAXIMO ESTABLECIDO:		25 dB	
Atenuación		A1	
Elementos de la Red de Fibra Óptica	Cantidad	Perdida de elemento típica (dB)	Total Perdida (dB)
Connectors (mated) ITU671=0.5dB	3	0,50	1,50
Fusion splices ITU751=0.1db average	6	0,10	0,60
Mechanical Splices ITU 751=0.1dB average		0,10	
Splitter	1x4	7,00	
	1x8	2	21,00
Fibras en Km	1310nm	0,35 dB/Km	0,36
Longitudes de Onda	1490nm	0,30 dB/Km	
Coefficiente de atenuación dB/Km	1550nm	0,25 dB/Km	
GRAND TOTAL (dB)			23,46

Elaborado por: Autor

3.2 Posición geográfica del centro comercial

El centro comercial Alhambra está ubicado en el corazón de la parroquia la puntilla su dirección es vía a Samborondón y Celeste Blasio de Rendón en el cantón Samborondón. En la siguiente tabla 3.4 se menciona las coordenadas geográficas.

Tabla 3.4: Coordenadas del centro comercial Alhambra

Centro comercial Alhambra	Ubicación
Coordenadas Polar	-2.131998, -79.863593
Coordenadas rectangulares	2° 7'55.19, 79°51'48.93

Elaborado por: Autor

Como se puede visualizar la fig. 3.7 El centro comercial Alhambra se ubica en la parroquia La Puntilla cantón Samborondón donde habitan 67.590 personas (INEC, 2017), es una zona privilegiada y estratégica donde se encuentran cerca unas de las mejores universidades de la región costa Universidad de Especialidades Espíritu Santo (UESS) y de urbanizaciones de la vía Samborondón, lo cual beneficia a los habitantes cercanos con todo lo que ofrece el centro comercial. En los últimos 10 años el

crecimiento vehicular de la parroquia la Puntilla es del 13%, ya que esa zona está desarrollando a pasos agigantados, por lo cual se ha dado un amplio espacio para los parqueos en el centro comercial.

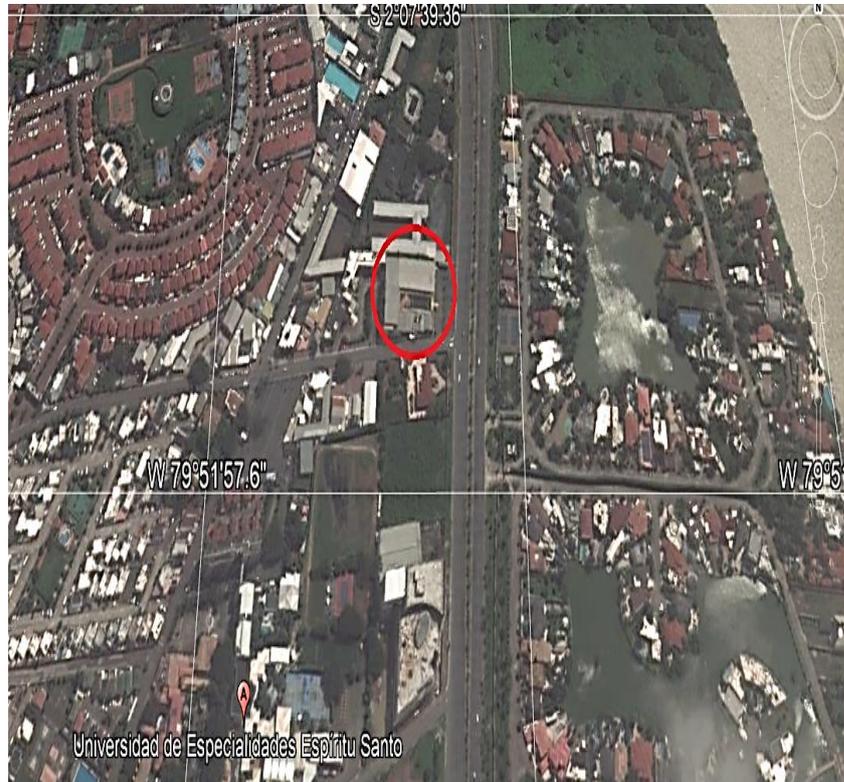


Figura 3.7: Ubicación geográfica del Centro Comercial Alhambra

Fuente: (Google Earth, 2018)

3.2.1. Características del centro comercial Alhambra

El centro comercial Alhambra es una edificación totalmente moderna que posee los mejores estándares de un centro comercial de lujo y sobre todo ambiental, ya que se implementó un jardín botánico como se observa en la figura 3.8, con varios tipos de planta en el tercer piso de la edificación. El centro comercial Alhambra posee un área total de 30000 metros cuadrados y un área de construcción de 20400 metros cuadrados.



Figura 3.8: Jardín botánico implantado en el centro comercial Alhambra
Fuente: (Diario El Universo, 2015)

Este centro comercial tiene 4 niveles incluyendo el subsuelo y la planta baja, y una torre de dos niveles con 3 oficinas en cada nivel. Hay un total de 90 locales comerciales y 330 parqueos subterráneos, como lo detalla la tabla 3.5, que están distribuidos en los diferentes niveles, donde grandes marcas que ingresan por primera vez al país se han establecido en este centro comercial, tales como, de tecnología, centro de spa, moda, artículos de hogar, tiendas de lujo y un gimnasio que funciona las 24 horas del día; dicho gimnasio tiene un sistema novedoso y tecnológico para la parroquia La Puntilla, los socios pueden ingresar a cualquier hora e incluso en la madrugada. El ingreso es con una tarjeta inteligente o lector de huellas, además tiene agencias bancarias y restaurantes nacionales e internacionales.

Tabla 3.5: Números de locales del centro comercial Alhambra por piso

Centro comercial Alhambra	Números de locales
Entre piso	9
Planta baja	20
Primer piso	33
Segundo piso	28
Oficinas	6
Total	90

Elaborado por: Autor

A la entrada al edificio se encuentran esculturas que están a la venta y también posee una galería para incentivar el arte del país. El centro comercial tiene un auditorium con una capacidad total para 250 personas. También funciona como salón de eventos, como se visualiza en la fig. 3.9. Existe un área exclusiva para personas con discapacidad.



Figura 3.9: Salón de eventos del centro comercial Alhambra
Fuente: (Alhambra Colhiambra S.A, 2017)

3.3 Recorridos necesarios para el equipamiento del despliegue de la red de fibra óptica con equipos de capa 3

De acuerdo con el tercer objetivo, que indica el recorrido necesario para el equipamiento y el despliegue de la fibra al centro comercial, se investigó obteniendo la siguiente información.

En el centro comercial Alhambra se construirá un nodo donde es alimentado con dos pedestales A (GYE-Aurora 1-Entrerios 1/Rinconcito 1-F02-P09A-CAF) y B (GYE-Aurora 1-Rinconcito 1/Entrerios 1-F02-P10A-CAF) como se visualiza en la fig.3.10, con coordenadas que se muestra en la siguiente tabla 3.6 para dar acceso a internet. La distancia entre el pedestal A y B es de 192.26 metros. La distancia del pedestal A hasta el nodo del centro comercial es 225 metros. La distancia del pedestal B hasta el nodo del centro comercial es 29,5 metros.

Tabla 3.6 Coordenadas de pedestales

Pedestales	Coordenadas
A	-2.134008, -79.863427
B	-2.132151, -79.863296

Elaborado por: Autor



Figura 3.10: Pedestales A y B alimentando el nodo del centro comercial

Elaborado por: Autor

De cada pedestal A y B salen 2 cables de fibra óptica de 24 hilos, los cuales al llegar al centro comercial ingresan por un pozo que se construirá sus medidas son 80cm x 80cm, en la avenida principal como se visualiza en la fig. 3.9 para la canalización de la fibra dentro del centro comercial.



Figura 3.11: Entrada de los cables de fibra de 24 hilos que proviene de los pedestales
Elaborado por: Autor

Una vez que ingresan las 4 fibras por el pozo de entrada, se conectan con las canaletas que posee el centro comercial para que la fibra no sea visible tal como puede observar en la siguiente figura 3.12



Figura 3.12: Electros canaletas donde ingresan la fibra óptica
Elaborado por: Autor

La fibra óptica sigue su recorrido por las canaletas para alimentar al nodo de centro comercial Alhambra, tal como se observa en la siguiente figura 3.13.



Figura 3.13: Recorrido de la fibra por las canaletas para alimentar al nodo
Elaborado por: Autor

Una vez dentro del nodo, dos cables de fibra de 24 hilos llegarán al rack que sería instalado por la empresa proveedora de servicio TELCONET S.A, donde las fibras son sangradas y colocadas en el ODF de fibras ópticas como se observa en la siguiente figura 3.14.



Figura 3.14: Fibras sangradas que estarán situadas en el ODF
Elaborado por: Autor

Los dos cables de fibras de 24 hilos se conectarán a las oficinas administrativas que posee el centro comercial, para llegar hasta dicho punto solicitado, se deberá ir por la parte de los ductos, que van hasta el cuarto piso. Tal como se observa en la figura 3.15, los ductos que irán hacia el cuarto piso que llega hasta el cuarto de comunicación para las oficinas administrativas del centro comercial.



Figura 3.15: Ductos hacia las oficinas administrativas
Elaborado por: Autor

3.4 Diseño de la red de fibra óptica con tecnología GPON con el estándar FTTB

De acuerdo con el cuarto objetivo, que indica el diseño de la red de fibra óptica con tecnología GPON y el estándar FTTB mediante el uso de equipos de capa 3 escalables y redundantes en los enlaces principal y back up en el centro comercial Alhambra, se procede con la etapa del diseño del proyecto.

El centro comercial Alhambra quedara completamente equipado con una red de fibra óptica para brindar un servicio de primera calidad a los locales y oficinas administrativas de dicha edificación. Habiendo obtenido el recorrido de la fibra desde los pedestales A y B hasta el cuarto donde se encontrará el nodo, se comienza hacer el despliegue de la fibra óptica en el interior y la ubicación de los equipos en el nodo designado dentro del centro comercial.

3.4.1. Consideraciones en el diseño de la Red GPON con FTTB

Se deberá considerar los siguientes parámetros para el diseño de la red de fibra óptica con tecnología GPON con estándar FTTB en el centro comercial Alhambra del cantón Samborondón.

- 1. Vida útil:** Se definirá que el alcance de este proyecto es de aproximadamente 90 años, debido que los cables de fibra óptica tienen una vida útil de 100 años, los equipos que se encuentran en el nodo se deben de cambiar cada 5 años para que funcionen de forma correcta.
- 2. Zona de servicio:** Se debe de considerar varios aspectos muy importantes, tener un nodo cerca para colocar todos los equipos que se necesita, en este caso se va a construir un nodo para el centro comercial, y además de tener un proveedor de internet en este caso el más favorable seria la empresa TELCONET, ya que son especializados en fibra óptica.
- 3. Velocidad de Internet:** La velocidad que se estableció según la norma ITU-T G.984.x será 2.5 Gb para dar cobertura a los 69 futuros usuarios el centro comercial Alhambra.

4. Total de abonados: Como se observa en la tabla 3.2 se obtiene un total de 90 locales, pero debe de tomar en cuenta que hay locales que se agruparon, lo cual se redujo a los 69 abonados de los cuales 13 serán home y 56 corporativos.

3.4.2. Ubicación de los equipos

Se va a conocer la ubicación de los equipos que se van a utilizar para una futura implementación de este trabajo de titulación.

3.4.2.1. Ubicación del nodo

La ubicación del nodo será en la parte norte del subsuelo del centro comercial cerca de la zona de parqueadero sus coordenadas son latitud: -2.132466° ; longitud: -79.863646° .

El nodo será construido en el subsuelo del centro comercial Alhambra, de acuerdo con las especificaciones para un cuarto de telecomunicaciones:

1. Tener equipos óptimos para el cuarto de nodo.
2. Generalmente debe de tener una temperatura ambiente entre los 18 – 24 ° C y la humedad entre el 30% y el 50% para que no haya daños en los equipos.
3. Deben estar ubicados en zonas que no haya inundaciones.
4. La iluminación mínima para el cuarto de nodo debe de ser de 500 Lux.

Las dimensiones del cuarto de nodo son de 100m² x 90 m². La construcción del nodo en el centro comercial Alhambra será fundamental para ayudar de punto de encuentro de distintas redes ya sean LAN o WAN, las fibras que ingresaran al centro comercial llegaran a este punto donde también se alojara la OLT, switches, routers con sus respectivas configuraciones de direccionamiento, seguridades, ancho de bandas,

etc. Para los futuros clientes en el edificio. La ubicación del nodo será en el subsuelo, debido que es el único espacio que cumple con algunas normativas mencionadas previamente.

3.4.2.2. Ubicación del rack

El rack de telecomunicaciones que utilizara el proveedor TELCONET, son racks de 45 Ur sin gestión es decir sin elementos pasivos, tal como se puede observar en la figura 3.16 ubicado en el nodo del centro comercial Alhambra. El material del rack de 45 Ur es de aluminio aleación, puede soportar un peso máximo de 200 kg (peso estático), es de color negro. Las dimensiones del rack de 45 Ur son de 220 x 93 x 125 cm. En el rack se ubicarán elementos de transmisión de información y distribución física de cables, ya sean fibras ópticas, cables utp, respetando cada una de las unidades del rack.



Figura 3.16: Rack de 45 Ur
Elaborado por: Autor

El propósito de los racks es la utilización del espacio que posee, gracias a estas estructuras, es factible organizar muchos dispositivos en un espacio físico limitado,

posibilitando también el acceso a los mismos. Su instauración, requiere de la realización de una compleja red de cableado y una adecuada adherencia de los equipos para prevenir daños.

3.4.2.3. Ubicación del Terminal de Línea Óptica (OLT)

La OLT estará ubicada en el nodo Entreríos 1 como se visualiza en la figura 3.17, un nodo que está en otra ubicación geográfica y alimenta muchas rutas del sector de Aurora (Vía Samborondón).

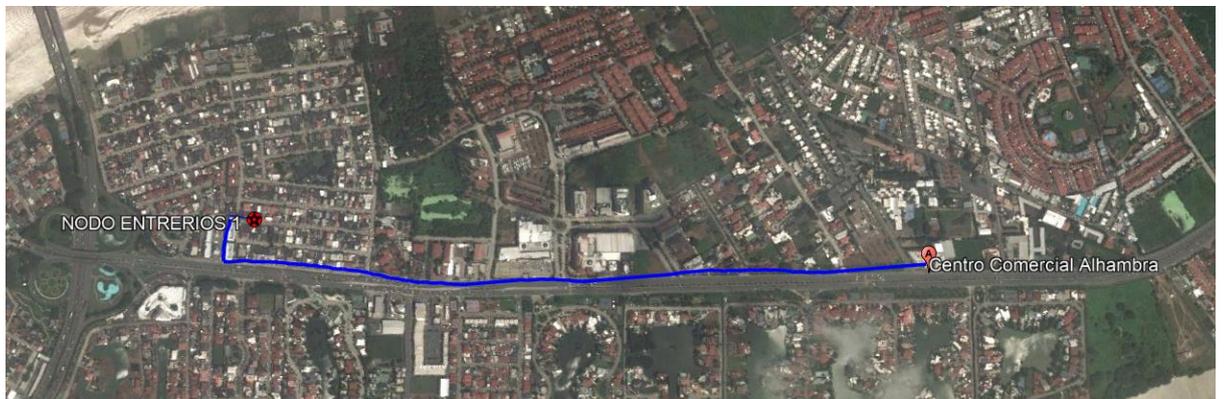


Figura 3.17: Nodo Entreríos
Fuente: (Google Earth, 2018)

La OLT existente es de marca Huawei y posee 16 puertos o líneas PON, en los cuales podrán ser activados 64 usuarios por cada línea PON existente lo cual nos da un total de 1024 usuarios. Para la activación de los 1024 usuarios se distribuirá en 16 splitters de primer nivel (L1) y 8 splitter de segundo nivel (L2) por cada splitter L1. Para nuestro proyecto solo se necesitará de una línea PON y solo dos splitter L2.

3.4.2.4. Ubicación de los splitters

Por medio de la ruta troncal ya existente que pasa por la principal de la Av. Samborondón se puede llegar al nodo del centro comercial Alhambra, llevando dos hilos del cable de fibra óptica se va escoger el buffer naranja para utilizar sus hilos

azul y gris, para los dos splitter de segundo nivel (L2) de 1 x 8 que serán instalados en el ODF de 48 hilos que está en la parte de superior del Rack de comunicaciones perteneciente a la empresa. Como se muestra en la tabla 3.7 la pérdida de atenuación de los hilos que se va a utilizar en los splitters de segundo nivel, estos están en buenas condiciones para poder utilizarse, ya que si la atenuación es mayor a 0.5 los hilos no son aptos para su uso.

Tabla 3.7: Especificaciones del cable del buffer naranja para los splitters

Buffer	Número	Hilo	Caja	Atenuación	Equipo
Naranja	1	Naranja	ODF		
	2	Blanco			
	3	Café			
	4	Verde			
	5	Azul		0,1	SPLITTER 1
	6	Gris		0,3	SPLITTER 2

Elaborado por: Autor

3.4.2.5. Ubicación del ODF

El ODF será instalado en la parte superior del Rack de comunicaciones para mejor manejo y distribución hacia los clientes ya sean estos corporativos o clientes home.

3.4.2.6. Ubicación de los switches

Los switches L3 serán instalados en la parte inferior del rack de comunicaciones del proveedor, se van a utilizar dos switch Cisco SGE2010P de 48 puertos cada uno, lo cual brindara servicio a los 56 clientes corporativos. Los switches funcionarán cuando nuestro router presenta problemas, con una simple configuración o ingreso de comandos estos switches pasarán a ser nuestro router.

La seguridad que posee este switch cisco es muy importante ya que protege el tráfico de la red para así prevenir el acceso de usuarios no autorizados. Del switch saldrán los enlaces de datos o de internet para los clientes que lo soliciten dentro del centro comercial Alhambra. La tabla 3.8, se muestra el buffer y los números de hilos que se va a escoger para los switches, en este caso son los hilos naranja y blanco, y se visualiza la pérdida de atenuación de los hilos que se va a utilizar en los switches, estos están en buenas condiciones para poder utilizarse, ya que si la atenuación es mayor a 0.5 los hilos no son aptos para su uso.

Tabla 3.8: Especificaciones del cable del buffer naranja para los switches

Buffer	Número	Hilo	Caja	Atenuación	Equipo
Naranja	1	Naranja	ODF	0,2	SW
	2	Blanco		0,3	SW
	3	Café			
	4	Verde			
	5	Azul			
	6	Gris			

Elaborado por: Autor

3.4.2.7. Ubicaciones de los routers

Por lo consiguiente nuestro router HP A-MSR 900 como se puede visualizar en la figura 3.18, será instalado en una bandeja, ya que el router no se puede adaptar al rack, entonces se utilizará la bandeja ya que este si puede ser instalada en el rack. El router en nuestro diseño será utilizado para puntos WiFi que se pueda instalar en el centro comercial en general o a solicitud de algún cliente que solo necesite el servicio de WiFi.

3.4.3. Diseño del despliegue de la fibra óptica dentro del centro comercial

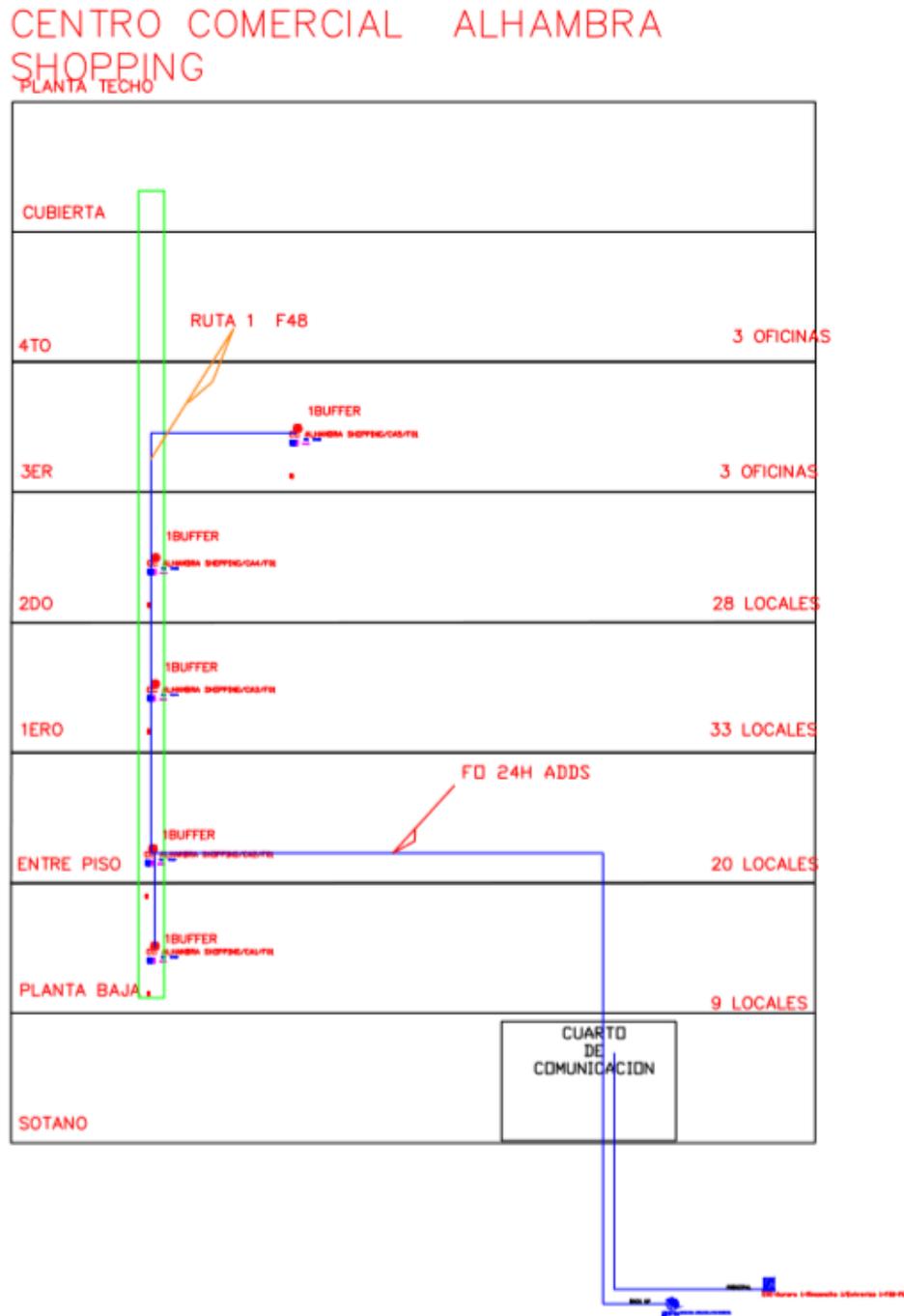


Figura 3.18: Distribución de la fibra por piso
Elaborado por: Autor

En la figura 3.18, se puede visualizar el despliegue de la fibra en el interior del centro comercial por piso, se clasifica en dos tipos de conexiones, para los clientes

corporativos por medio del switch y los clientes netlife por medio de los splitters, ya que son sumamente diferentes.

Para un cliente corporativo, cuando un cliente corporativo como un banco, un supermercado, un cajero automático desea el servicio; ya sea solo enlace de datos o solo internet, será conectado a los equipos en el rack de comunicación del proveedor de internet. Sí es un corporativo se lo conectara al switch en un puerto correspondiente y configurado con los requerimientos solicitados. En el switch se conecta un patch de cable utp directamente en el puerto destinado por el proveedor, el otro extremo será conectado a un transceiver, sea este modelo 111 o 112, si se coloca un transceiver 111 en el nodo y en el cliente se pone el 112 y viceversa. Este transceiver será nuestro convertidor de señal del cable utp al cable de fibra óptica, en el otro puerto del transceiver se conecta un patch de fibra óptica el cual será fusionado a la fibra que llegará directamente al local del cliente corporativo.

En el local del cliente nuevamente será fusionado otro patch de fibra óptica a la fibra que viene del nodo del proveedor, se colocara el otro transceiver para que la señal será convertida nuevamente y pase por el cable de utp, llegando hasta un router de marca HP que se deja en todos los clientes corporativos. Este router es el que le provee el servicio de internet o datos al cliente al cual el podrá conectar su red interna ya que tiene 4 puertos más para su uso.

Para un cliente home: Cuando un cliente home, como persona natural desea el servicio; cualquiera de los planes existentes, será conectado a los equipos en el rack de comunicación del proveedor. Sí es un cliente home se lo conectara al ODF de

splitter de segundo nivel (L2) en un puerto correspondiente del pon existente en el centro comercial. En el ODF de splitter L2 se conectará un patch de fibra óptica el cual será fusionado a la fibra que llegará directamente al local del cliente netlife.

En el local del cliente nuevamente será fusionado otro patch de fibra óptica al cable de fibra de 2 hilos regularmente que viene del nodo del proveedor, se colocara un equipo convertidor de la señal de luz a la señal inalámbrica y a la señal para la red interna del cliente este equipo es conocido como ONT con tecnología Huawei, es un equipo con dual band, posee dos antenas para el servicio inalámbrico, posee puertos de red y puertos para teléfonos convencionales (telefonía fija).

3.4.4. Enlace principal y Backup

Los enlaces principales y back up tienen distintos caminos, cada uno apunta a un nodo distinto en una ubicación diferente geográficamente, para solventar cualquier problema de fuerza mayor, externo a la empresa.

3.4.4.1. Enlace principal

El enlace principal será el de Entrerios 1 como se visualiza en la siguiente figura 3.19, que alimentara el nodo en el centro comercial Alhambra, saldrá de un pedestal de una ruta ya existente, se instalara una fibra de 24 hilos de los cuales se cogera un buffer con dos hilos para alimentar los splitter de segundo nivel (L2) dentro del nodo del centro comercial. El enlace principal asegura la conexión y navegación de los clientes del centro comercial con cualquier sitio que ellos deseen.

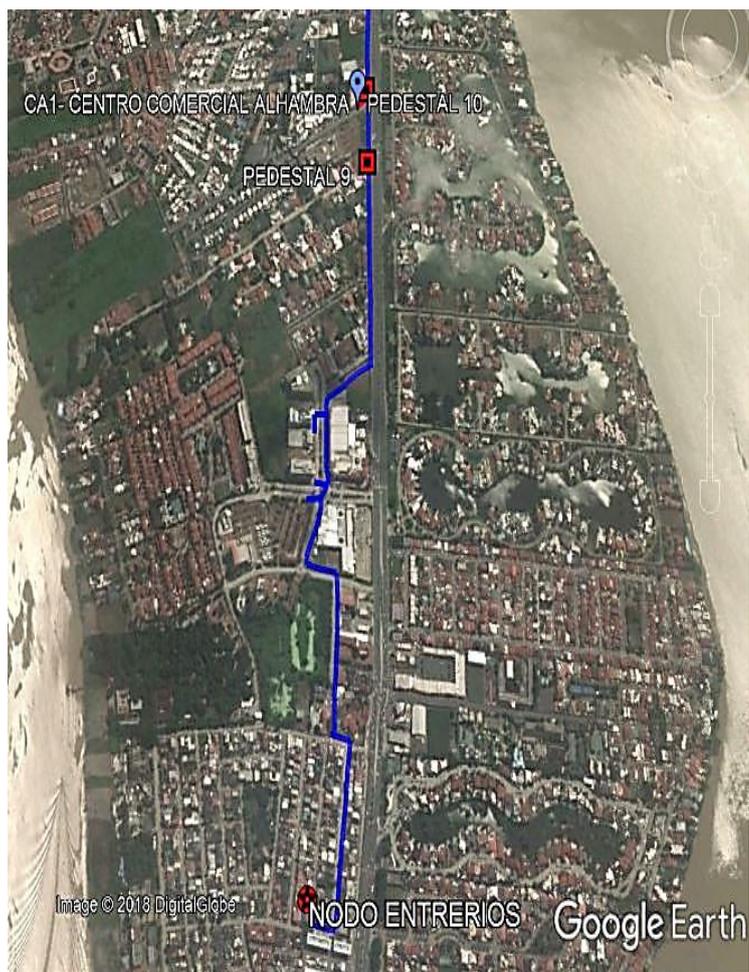


Figura 3.19: Enlace principal - Nodo Entreríos
Fuente: (Google Earth, 2018)

3.4.4.2. Enlace Back up

El proyecto tiene un enlace back up o secundario que utilizara el nodo rinconcito, tal como se observa en la figura 3.20 para poder asegurar la conexión de los clientes. Este enlace permite darles tranquilidad a los futuros usuarios, de tal manera que si existiera un problema con el enlace principal habrá un tiempo de retardo hasta que la red converja por el nuevo trayecto y el servicio trabaje con normalidad.



Figura 3.20: Enlace Back up - Nodo Rinconcito
Fuente: (Google Earth, 2018)

El enlace de backup será importante para poder asegurar y proteger la información de las oficinas administrativas del centro comercial, al siempre estar conectados a la nube que la empresa. El proyecto está garantizando el servicio de enlace de datos o de internet a los futuros usuarios dentro del centro comercial.

3.5 Presupuesto de la implementación de la red de fibra óptica con tecnología GPON estándar FTTB con equipos de capa 3

De acuerdo con el quinto objetivo, indica el presupuesto para una futura implementación de la red de fibra óptica con el estándar FTTB mediante el uso de equipos de capa 3 escalables y redundantes en los enlaces principales y back up en el centro comercial Alhambra, se obtuvo la siguiente información.

3.5.1. Presupuesto de la red de fibra con los equipos

En la siguiente tabla se puede visualizar el presupuesto del cable de fibra óptico con los equipos necesarios para una futura implementación. En la tabla 3.9 se muestra el presupuesto de \$2896,42 dólares americanos de los materiales de la empresa contratista ‘Gonzalo Villamar’ para el tendido de la red de fibra óptica del centro comercial Alhambra.

Tabla 3.9 Materiales para la instalación del tendido de la red de fibra óptica

Materiales para la instalación			
	Cantida d	Valor unitario (\$)	Total (\$)
Fibra 24h	256	0,95	243,2
pernos de expansión 1/2 x 2-1/4 - c/perno	6	0,65	3,9
Splitters 1X8	2	17,15	34,3
Fibra 2H	100	21,30	213
Splitters 1x4		15,90	0
Cassettes para los minipostes - cajas - odf – pedestales	2	10,95	21,9
Adactadores SC - Modulos dobles	16	0,40	6,4
Pigtail para fusiones(patch cord) 1 metro	12	1,08	12,96
Tubillos para las cajas	12	0,07	0,84
Funda de espiral 6 milímetros	1	1,93	1,93
Funda de Amarras 10 cms para las etiquetas (100 U.)	2	0,87	1,74
Funda de Amarras 35 cms para las etiquetas (100 U.)	2	3,63	7,26
Cinta Aislante – rollo	2	0,65	1,3
Cinta etiquetadora	3	30,50	91,5
ODFs de 48 hilos	1	103,25	206,5
Mini odf para fibra de 6 hilos	1	14,25	14,25
Cassettes porta splitter para odf de L1	2	12,00	24
Patch cord SC 3M - son dobles en cada funda	22	3,17	69,74
Organizador 1UR	1	9,49	9,49
Organizador 60x80 - 2UR	0	11,80	0
Herraje tipo A	2	2,10	4,2
Herraje tipo B	1	6,80	6,8
Guardacabo / timble	1	5,20	5,2

Preformados azul	1	7,05	7,05
Soporte de abonados	2	0,45	0,9
Cinta eriband 3/4 - rollo de 30m	1	32,00	32
Hebilla ¾	40	0,30	12
Etiquetas Amarillas	20	0,60	12
Tubo plastico de 3/4"	3	1,90	5,7
Tubo TDP 4" plástico	6	2,15	12,9
Tubo plastico de 6"	6	4,15	24,9
Tuberia EMT 4" (Bajante) c/ tubo de 3 m.	2	27,24	54,48
Uniones EMT 4" (Bajante) valor unitario	2	3,70	7,4
Switch	2	300,00	600
Routers	4	500,00	2000
Codo radio corto 6" - sanitario	1	3,00	3
Rack de piso 45 UR	1	254,10	508,2
Funda sellada 1" c/m	3	2,76	8,28
TOTAL (dólares)			2.896,42

Elaborado por: Autor

3.5.2. Presupuesto de mano de obra

En la siguiente tabla se puede visualizar el presupuesto por mano de obra lo cual será para una futura implementación. En la tabla 3.10 se muestra el presupuesto de \$828,50 dólares americanos de la mano de obra de la empresa contratista ‘Gonzalo Villamar’ para el tendido de la red de fibra óptica del centro comercial Alhambra.

Tabla 3.10 Instalación de la red de fibra óptica en el centro comercial Alhambra.

Mano de Obra del Contratista			
	Cantida d	Valor unitario (\$)	Total
Tendido de Fibra 24 hilos – DUCTO	250	0,40	100
Tendido de fibra en interior del edificio	760	0,85	646
Retiro de material de Bodegas	1	15,00	15
Materiales extras	1	25,00	25
Instalación de herraje (Cinta y Hebilla)	10	0,80	8
Ingreso de Fibra a Pedestales / cliente / escuelas	4	15,00	60
Ingreso de Fibra a edificio / conjuntos / centros comerciales	4	40,00	160
Montaje del ODF	2	22,00	44
TOTAL (dólares)			828,50

Elaborado por: Autor

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

1. Se elaboró el diseño de la red de fibra óptica para el centro comercial Alhambra, tomando en consideración la geografía y las implicaciones técnicas esenciales para la realización de dicho proyecto, que se puede implementar a futuro.
2. La instalación de una red de fibra óptica GPON, origina un mayor gasto en la implementación que una red de cobre; pero los servicios que brinda son mejores y de mayor calidad que cualquier otra red.
3. Gracias a los avances de tecnológicos en telecomunicaciones, se ha reemplazado el cable de cobre, por un cable de fibra óptica, que provee un mejor servicio a los clientes, mayor velocidad, múltiples servicios en el mismo canal, Qos, control de ancho de banda, etc.
4. La construcción del nodo concentrara todos los equipos necesarios para el diseño de la red de fibra óptica y así obtener la red de acceso a internet para los futuros usuarios del centro comercial Alhambra.
5. El enlace de backup será importante para proteger y asegurar la información de los usuarios de los locales comerciales y las oficinas administrativas del centro comercial, al siempre estar conectados a la nube, sin pérdida de tiempo o dinero por mal servicio de enlaces caídos.

4.2 Recomendaciones

1. Es recomendable la implementación de una red de fibra óptica con tecnología GPON con estándar FTTB dentro del centro comercial Alhambra en la ciudad de Samborondón, porque los beneficios que posee esta tecnología son primordiales, ya que las tasas de transmisión son muy altas y esto lograra que brinde un servicio de calidad.
2. Es importante utilizar equipos de capa 3 del modelo OSI, ya que los switches L3 posee algunas propiedades de router, asegurando el funcionamiento de la red ante cualquier problema con los equipos de borde.
3. Los equipos que se encontrarán en cuarto de nodo deben de ser cambiados cada 5 años para que puedan funcionar correctamente.
4. El personal que a futuro implemente este diseño, debe ser capacitado dentro del campo tecnológico en especial en el campo de fibra óptica y equipos como switches y routers, de tal manera que estén aptos para la instalación, mantenimiento y soporte de este tipo de redes de acceso. Así mismo es esencial que las empresas que brinden servicios de internet cuenten con personas idóneas para brindar soluciones inmediatas y excelente atención al cliente.

BIBLIOGRAFÍA

- Alhambra Colhiambra S.A. (2017). *Alhambra*. Obtenido de Alhambra Shopping:
<http://www.alhambrashopping.com/>
- Beyondtech Team. (2017). *Diferencias entre cables de fibra optica monomodo y multimodo*. Obtenido de Beyondtech: <https://beyondtech.us/blogs/beyondtech-en-espanol/diferencias-entre-cables-de-fibra-optica-monomodo-y-multimodo>
- Brady Worldwide Inc. (2014). *Impresoras portatiles*. Obtenido de Brady Worldwide Inc:
<http://www.bradylatinamerica.com/es-mx/products/impresoras-portatiles/impresora-de-etiquetas-bmp21-plus>
- Corning Incorporated. (2017). *Leaf Fiber*. Obtenido de Corning:
<https://www.corning.com/cala/es/products/communication-networks/products/fiber/leaf-fiber.html>
- Diario El Universo. (2015). *Alhambra*. Obtenido de El Universo:
<https://www.eluniverso.com/noticias/2015/04/23/nota/4798121/alhambra-abrira-2016>
- Fernandez, M. (2015). *Fibra optica 3M*. Obtenido de Slideplayer:
<http://slideplayer.es/slide/3263572/>
- Fiber Instrument Sales INC. (2010). *OFL280*. Obtenido de Fiber Instrument Sales INC: <https://www.fiberinstrumentsales.com/specs/OFL280.pdf>
- Fundación Carlos Slim. (2016). *Instalador de fibra optica*. Obtenido de Fundación Carlos Slim: <http://fundacioncarlosslim.org/capacitate-instalador-fibra-optica/>
- González Velasco, J. A., & Vega Benavides, I. F. (2010). *Diseño de una red de acceso que utiliza tecnología FTTB con VDSL2 en el sector “La Mariscal” de la ciudad de Quito*. Obtenido de Repositorio de EPN:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1181/7/CD-2632.pdf>
- Google Earth. (2018). *Google Earth*. Obtenido de Google Earth:
<https://www.google.com/intl/es/earth/>

- Guaman Chacha, K. F. (2015). *Diseño de una red GPON FTTB para la base sur de la ciudad de Guayaquil*. Obtenido de Repositorio de UCSG: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4522/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-118.pdf>
- Guevara Pineda, Y. M. (2010). *Estudio comparativo de redes de banda ancha de acceso residencial que provea servicios integrados de calor agregado para el ISP "ARROBANET" de la ciudad de Baños de Agua Santa*. Obtenido de Repositorio de ESPOCH: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/638/1/38T00255.pdf>
- Huawei Technologies Co. Ltd. (2011). *Fundamentos de GPON*. Obtenido de Slideshare: <https://www.slideshare.net/quereimba/gpon-fundamentos>
- Huawei Technologies Co. Ltd. (2017). *ONT*. Obtenido de Huawei: <http://e.huawei.com/en/products/fixed-network/access/ont/echolife-eg8010h>
- Huawei Technologies Co. Ltd. (2018). *OLT*. Obtenido de Huawei Technologies: <http://e.huawei.com/es/products/fixed-network/access/olt/ma5600t>
- INEC. (2017). *INEC*. Obtenido de INEC: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- Llorente, A. (2014). *Cableado de fibra óptica para comunicaciones de datos (1ª parte)*. Obtenido de Fibra Optica Hoy: <https://www.fibraopticahoy.com/cableado-de-fibra-optica-para-comunicaciones-de-datos-1%C2%AA-parte/>
- López Garcés, A. M., & Macea Ortega, E. F. (2018). *FTTx*. Obtenido de Wikispaces: <https://sx-de-tx.wikispaces.com/FTTx>
- Lorenti Gomezcoello, R. D. (2014). *Estudio y diseño de una red FTTB GPON de fibra óptica para servicio de voz, video y datos para el edificio de la Facultad de Especialidades Empresariales de la U.C.S.G.* Obtenido de Repositorio de UCSG: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2833/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-69.pdf>

- Mariana. (2015). *Fibra optica: características y ventajas*. Obtenido de Pandaancha: <http://www.pandaancha.mx/noticias/fibra-optica-caracteristicas-ventajas.html>
- Marin, L. A. (2017). *Diseño de una red GPON en el sector "Monte Sinai", incluye Feeder y distribución*. Obtenido de Repositorio de UCSG: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7676/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-174.pdf>
- Maydana Martínez, A. B. (2014). *Diseño de una red FTTB para el megacentro comercial gran plaza y su alrededor ubicado en ciudad Satelite el Alto Caso: ENTEL*. Obtenido de Repositorio de UMSA: <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/9338/PG-1425-Maydana%20Martinez%2C%20Alvaro%20Bernabe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Optical Fiber Product. (marzo de 2016). *Cables especiales*. Obtenido de Optical Fiber Product: <http://www.ofp3.com/es/productos/cables/especiales.html>
- Prieto Zapardiel, J. (2014). *Diseño de una red de acceso mediante fibra optica*. Obtenido de Repositorio de UPM: http://oa.upm.es/33869/1/PFC_jaime_prieto_zapardiel.pdf
- Sancacela Quishpe, D. S. (2017). *Propuesta de red FTTx con tecnologia GPON para el sector de Cumbaya – barrio Lumbisi*. Obtenido de Repositorio de UDLA: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8240/1/UDLA-EC-TTRT-2017-04.pdf>
- Sinda Optic. (2018). *What is fiber to x (fttx)*. Obtenido de Sinda Optic: http://es.sindaoptic.com/blog/what-is-fiber-to-x-fttx_b18
- Viera Páez, A. S. (2013). *"Red de distribución óptica (ODN), para la actualización de la red de acceso, en los sectores de Ficoa y Miraflores – CNT – EP Tungurahua"*. Obtenido de Repositorio de UTA: http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5850/1/Tesis_t849ec.pdf

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Gbps: Gigabits per second (Gigabit por segundo).

GPON: Gigabit-capable Passive Optical Network (La Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit).

FTTB: Fiber to the building (Fibra hasta el edificio).

WiFi: Es una tecnología que usa ondas de radio para proporcionar conectividad de red.

CATV: Community Antenna Television (La televisión por cable).

RF: Radio frequency (Radio Frecuencia).

PON: Passive Optical Network (Red Óptica Pasiva).

AON: Active Optical Network (Red Óptica Activa).

LAN: Local Area Network (Red de área local)

FTTH: Fiber to the home (Fibra hasta el hogar).

APON: ATM (Asynchronous Transfer Mode) Passive Optical Network (Modo de transferencia asíncrona) Red Óptica Pasiva.

ATM: Asynchronous Transfer Mode (Modo de transferencia asíncrona).

VoIP: Voice over Internet Protocol (Voz sobre El protocolo de Internet)

CCTV: Closed Circuit Television (Circuito cerrado de televisión).

IP: Internet Protocol (El protocolo de Internet)

ITU-T: International Telecommunication Union (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

MAC: Media Access Control (Control de Acceso al Medio)

IPTV: Es un servicio que proporciona programación de televisión y otro contenido de video utilizando el conjunto de protocolos TCP / IP en lugar de las tradicionales señales de cable o satélite.

Ur: Unidades del rack

XG-fast: Se trata de una nueva de tecnología de acceso de banda ultra ancha de redes fijas, que proporciona Internet de alta calidad sobre las redes de cobre existentes.

TCP / IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet).

OSI: Open System Interconnection (Interconexión de sistemas abiertos).



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Fajardo Andrade, Roger Adrián**, con C.C: # **0927178673** autor/a del trabajo de titulación: **“Diseño de una red de fibra óptica con tecnología GPON con el estándar FTTB mediante el uso de equipos de capas 3 escalables y redundantes en enlaces principales y backup en el centro comercial Alhambra”** previo a la obtención del título de **Ingeniería en telecomunicaciones** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 7 de marzo del 2018

f. _____

Nombre: Fajardo Andrade, Roger Adrián

C.C: **0927178673**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño de una red de fibra óptica con tecnología GPON con el estándar FTTB mediante el uso de equipos de capas 3 escalables y redundantes en enlaces principales y backup en el centro comercial Alhambra.		
AUTOR(ES)	Fajardo Andrade, Roger Adrián		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Romero Rosero, Carlos Bolívar		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Telecomunicaciones		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	7 de marzo del 2018	No. PÁGINAS:	89
ÁREAS TEMÁTICAS:	RED DE COMUNICACIÓN		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	INTERMITENCIA, ENLACES, TECNOLOGIA, FIBRA ÓPTICA, CAPA 3, GPON		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El presente trabajo de titulación propone una solución eficaz para el acceso a internet al centro comercial Alhambra ubicado en km 2 de la vía Samborondón - Samborondón. Por medio del diseño de una red de fibra óptica con tecnología GPON por el estándar FTTB mediante el uso de equipos de capa 3 con el enlace principal y back up, por medio de los enlaces se busca disminuir el tiempo de intermitencia de internet a los futuros abonados que contraten el servicio ofrecido por la empresa de telecomunicaciones, cuando el enlace principal tenga un corte el enlace back up pueda actuar de inmediato y de esa manera recuperar de forma rápida el servicio. De esta forma se consigue el incremento del rendimiento y a su vez que reduzca el tiempo de conexión a internet para poder garantizar un servicio de calidad para los usuarios y empleados del centro comercial Alhambra.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-82829891 +593-992108733	E-mail: rogerfajardo_27@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Palacios Meléndez, Edwin Fernando		
	Teléfono: +593-968366762		
	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			