



*“Responsabilidad con pensamiento positivo”*

## **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

### **TRABAJO DE TITULACIÓN**

**CARRERA:** ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

**TEMA:** Estudio y diseño de una red de fibra óptica con tecnología GPON (red óptica pasiva con capacidad de gigabit) para el edificio matriz de la “Universidad Tecnológica Israel” implementada en una maqueta técnica de medición y pruebas.

**AUTOR:** Bayardo Alejandro Guanotasig Molina

**TUTOR:** Ing. José Robles Salazar Mg.

**AÑO 2014**

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **“ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA CON TECNOLOGÍA GPON (RED ÓPTICA PASIVA CON CAPACIDAD DE GIGABIT) PARA EL EDIFICIO MATRIZ DE LA “UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL” IMPLEMENTADA EN UNA MAQUETA TÉCNICA DE MEDICIÓN Y PRUEBAS”**, presentado por el Sr. Bayardo Alejandro Guanotasig Molina, estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D, M, Agosto de 2014

TUTOR

-----  
Ing. José Robles Salazar Mg.

## UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

### AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Trabajo de Titulación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D, M, Agosto de 2014

-----  
Bayardo Alejandro Guanotasig Molina  
CC: 0502914351

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado, aprueban el trabajo de titulación para la graduación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para títulos de pregrado.

Quito D, M, Agosto de 2014

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

-----

PRESIDENTE

-----

MIEMBRO 1

-----

MIEMBRO 2

## **AGRADECIMIENTO**

Mi sincero agradecimiento a Dios por permitir alcanzar un objetivo más en mi vida bendiciéndome, cuidándome y llevándome por el sendero del bien, a mí prestigiosa Universidad Tecnológica Israel, a los catedráticos de mi facultad por los conocimientos impartidos en el transcurso de mi carrera, al Ing. José Robles Salazar director del presente proyecto por su apoyo y valiosa ayuda, al Ing. Pablo Villacís por su apoyo incondicional, sus consejos y valiosa colaboración en la realización del presente proyecto, al Ing. Mario Villacís por su orientación y asesoramiento en el desarrollo de este trabajo.

## DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis padres porque siempre han creído en mí y me han brindado su apoyo incondicional, además de contar con su confianza al dejarme venir a estudiar solo, lejos de mi hogar han sido para mí ejemplos dignos de superación, entrega y mi fortaleza diaria para seguir adelante en los diferentes altercados de la vida, es por eso que agradezco a Dios por su existencia y compañía.

A mi abuelita Carmelita que siempre se ha preocupado de mí y me brindó sabios consejos. Y a mi abuelito Rigoberto que desde el cielo me cuida porque esta fue una promesa que le hice, ahora es una promesa cumplida abuelito.

## ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	2
Objetivo general:.....	2
Objetivos específicos:.....	2
CAPÍTULO I .....	3
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
Introducción Teórica.....	3
1.1 Fibra Óptica .....	3
1.1.1 Estructura de la Fibra Óptica .....	3
1.2 Elementos básicos de un Sistema de Fibra Óptica .....	4
1.2.1 Transmisor Óptico .....	4
1.2.2 Receptor Óptico .....	4
1.2.3 Amplificador Óptico .....	4
1.3 Modos de propagación de la Fibra Óptica.....	4
1.3.1 Fibra Multimodo.....	4
1.3.2 Fibra Monomodo .....	4
1.4 Redes de Fibra Óptica (FTTX).....	4
1.4.1 Redes Ópticas Activas (AON) .....	5
1.4.2 Redes Ópticas Pasivas (PON) .....	5
1.5 Redes de Acceso PON .....	5

1.5.1 X-PON: Redes ópticas pasivas .....	5
1.5.2 Ventajas de las redes PON .....	5
1.5.3 Tipos de redes PON .....	6
1.6 Gigabit Passive Optical Network – GPON.....	6
1.7 Topologías de red GPON/FTTX.....	8
1.8 Equipos de medición de las redes GPON .....	8
1.9 Estándares Internacionales de la Red GPON .....	9
CAPÍTULO II .....	10
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO.....	10
Introducción.....	10
2.1 Problema Principal.....	10
2.1.1 Red actual de la Universidad Israel .....	10
2.1.2 Distribución de espacios internos de la Universidad Israel .....	11
2.1.3 Descripción y presentación de imágenes de la red del edificio .....	16
2.1.4 Detalle de otros problemas de la red de la Universidad Tecnológica Israel .....	20
2.2 Propuesta de solución del problema. ....	20
2.3 Hipótesis del proyecto.....	21
2.4 Teorías de fundamentación del proyecto. ....	22
2.5 Metodología y técnicas metodológicas utilizadas.....	22
2.5.1 Metodología .....	22
2.5.2 Técnicas metodológicas utilizadas .....	22
2.6 Resultados esperados del proyecto. ....	29
CAPÍTULO III .....	30
PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	30
Introducción.....	30



3.1 Análisis de las ventajas y beneficios de las redes de fibra óptica en comparación a las redes de cobre actuales. ....	30
3.2 Diseño del proyecto. ....	31
3.2.1 Levantamiento de la red actual.....	31
3.2.2 Diseño y determinación de la Red GPON/FTTH propuesta para la Universidad Tecnológica Israel .....	34
3.2.3 Topología a emplearse en el diseño.....	34
3.2.4 Determinación del tipo de red a utilizarse .....	35
3.2.5 Tipo de fibra óptica y cableado a utilizarse .....	35
3.2.6 Determinación de ancho de banda.....	35
3.2.7 Diseño vertical de la red GPON de la UISRAEL .....	37
3.2.8 Planos técnicos de la red GPON diseñada.....	39
3.2.9 Análisis del costo del proyecto .....	42
3.2.10 Pérdidas en la Red.....	43
3.2.11 Elementos que conforman el enlace.....	46
3.3 Implementación de la maqueta técnica de medición y pruebas .....	46
3.3.1 Materiales a utilizar en la implementación de la maqueta.....	46
3.3.2 Procedimiento de ensamblaje y armado.....	46
3.4 Validación de la maqueta técnica de medición y pruebas .....	48
3.5 Análisis de resultados .....	51
3.5.1 Análisis de capex y opex de la red GPON para la Universidad Tecnológica Israel .....	51
3.5.2 Matriz FODA del proyecto .....	52
CONCLUSIONES .....	53
RECOMENDACIONES .....	54
BIBLIOGRAFÍA .....	55
ANEXOS.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Topologías de redes FTTx.....	8
Tabla 2.1 Distribución de puntos de red por pisos.....	11
Tabla 3.1 Cable de cobre vs Fibra óptica .....	30
Tabla 3.2 Tipos de fibra utilizada en el enlace.....	38
Tabla 3.3 Puntos GPON - Edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel.....	41
Tabla 3.4 Presupuesto referencial Red Óptica de la Universidad Tecnológica Israel .....	43
Tabla 3.6 Perdidas para usuario más lejano conectado al Splitter 1:32.....	44
Tabla 3.7 Perdidas para usuario más lejano conectado al Splitter 1:16.....	45
Tabla 3.8 Perdidas para usuario más lejano conectado al Splitter 1:8.....	45
Tabla 3.9 Matriz FODA del proyecto. ....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Arquitectura de red FTTX .....	5
Fig. 1.2 Topología de red GPON.....	7
Fig. 1.3 Diseño de topologías FTTx.....	8
Fig. 2.1 Subsuelo 2 - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel .....	12
Fig. 2.2 Subsuelo 1 - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel .....	12
Fig. 2.3 Planta Baja - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.....	13
Fig. 2.4 Primer Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.....	13
Fig. 2.5 Segundo Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel .....	14
Fig. 2.6 Tercer Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.....	14
Fig. 2.7 Cuarto Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.....	15
Fig. 2.8 Quinto Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.....	15
Fig. 2.9 Fachada - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel .....	16
Fig. 2.10 Subsuelo 2-Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel. ....	16
Fig. 2.11 Subsuelo 1-Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel .....	17
Fig. 2.12 Planta Baja - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.....	17
Fig. 2.13 Primer Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.....	18
Fig. 2.14 Segundo Piso-Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel. ....	18
Fig. 2.15 Tercer Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.....	19
Fig. 2.16 Cuarto Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.....	19
Fig. 2.17 Quinto Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.....	20
Fig. 3.1 Diseño de la red actual del Subsuelo 2.....	31
Fig. 3.2 Diseño de la red actual del Subsuelo 1.....	32
Fig. 3.3 Diseño de la red actual de la Planta Baja. ....	32
Fig. 3.4 Diseño de la red actual del Primer Piso .....	32
Fig. 3.5 Diseño de la red actual del Segundo Piso .....	33
Fig. 3.6 Diseño de la red actual del Tercer Piso .....	33

Fig. 3.7 Diseño de la red actual del Cuarto Piso.....	33
Fig. 3.8 Diseño de la red actual del Quinto Piso.....	34
Fig. 3.9 Distribución de splitters en el edificio de la UISRAEL.....	36
Fig. 3.10 Diseño vertical de la red GPON del edificio matriz de la UISRAEL.....	37
Fig. 3.11 Diseño de la red óptica del Quinto Piso.....	39
Fig. 3.12 Diseño de la red óptica del Cuarto Piso.....	39
Fig. 3.13 Diseño de la red óptica del Tercer Piso.....	39
Fig. 3.14 Diseño de la red óptica del Segundo Piso.....	40
Fig. 3.15 Diseño de la red óptica del Primer Piso.....	40
Fig. 3.16 Diseño de la red óptica de la Planta Baja.....	40
Fig. 3.17 Diseño de la red óptica del Subsuelo1.....	41
Fig. 3.18 Diseño de la red óptica del Subsuelo 2.....	41
Fig. 3.19 Modelo masivo conectorizado de la red (OLT-ONT).....	43
Fig. 3.20 Recorrido Red Feeder CNT-UISRAEL.....	44
Fig 3.21 Materiales a utilizarse en la elaboración de la maqueta.....	47
Fig 3.22 Montaje de materiales de la maqueta.....	47
Fig 3.23 Montaje final de la maqueta técnica.....	48
Fig 3.25 Reporte de medición del OTDR en una longitud de onda de 1310 nm.....	49
Fig 3.25 Reporte de medición del OTDR en una longitud de onda de 1550 nm.....	50

## INTRODUCCIÓN

La Universidad Tecnológica Israel es una institución de educación superior privada, ubicada en la ciudad de Quito, consta con una sede matriz y una sede al norte de la ciudad, fue fundada en 1999 con el compromiso de formar profesionales con vocación y altamente capacitados, mediante una educación superior, incluyente, democrática intercultural, y participativa.

El edificio matriz de la Universidad sufre una obsolescencia en su red de comunicación ya que existen pérdidas de información e intermitencia en la misma, esto produce insatisfacción en los usuarios. Además no dispone de una red confiable de comunicación, mediante la red de cobre actual que dispone la Universidad no es posible dar el salto tecnológico a las nuevas tendencias educativas.

Estos inconvenientes en los servicios de la red son causados por el bajo ancho de banda de 19Mbps que posee esta institución de educación superior y que está distribuido para todos sus usuarios, además de contar con una tecnología de red tipo estrella categoría 5E con una velocidad de transmisión de 10/100 Mbps que presenta problemas, ya que el incremento de los usuarios ha sido un factor muy influyente dentro de este inconveniente que tiene la red, ya que no se abastece para brindar un correcto servicio a sus usuarios.

Para satisfacer las necesidades de los estudiantes y cumplir con los requerimientos de entidades reguladoras de la Educación Superior dentro de los aspectos de comunicación e interconexión de usuarios, es indispensable tener una infraestructura de telecomunicaciones que permita una conectividad de alta calidad para sacar el máximo provecho de las diferentes aplicaciones, productos y servicios de cloud computing que existen en la nube de internet; para esto es necesario realizar un dimensionamiento y estudio de una red GPON en una topología FTTH que permita llegar a cada punto de conexión con fibra óptica, optimizando la red a implementar y permitiendo brindar alta capacidad de ancho de banda a cada cliente de la red, que permita tener servicios de telefonía, internet de alta velocidad, IPTV entre diferentes servicios de valor agregado que se pueden configurar.

## OBJETIVOS

### **Objetivo general:**

Realizar el Estudio y Diseño de una Red de fibra óptica con tecnología GPON, implementada en una maqueta de medición y pruebas, que a futuro permita una mejor conectividad y brindar alta capacidad de ancho de banda a cada usuario del edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel.

### **Objetivos específicos:**

- Estudiar los componentes activos y pasivos que intervienen en una Red GPON y sus respectivos estándares a nivel internacional y realizar un análisis entre diferentes topologías FTTX bajo la tecnología GPON escogiendo la mejor solución para el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel.
- Analizar las ventajas y beneficios de las redes de fibra óptica en comparación a las redes de cobre actuales.
- Diseñar una Red GPON capaz de proporcionar una gran conectividad de alta velocidad y prestar una variedad de servicios para el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel. Adjuntando un análisis de Capex y Opex del proyecto.
- Implementar la maqueta que permita verificar que los estudios realizados cumplen con los estándares de una red GPON y validar el correcto funcionamiento de la misma.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### Introducción Teórica

Para la realización del presente trabajo es indispensable tener claros varios aspectos que van a constituir nuestra red, los elementos básicos que intervienen en una red de fibra óptica con sus modos de propagación y las topologías FTTX que se pueden aplicar al momento de realizar un diseño de una red PON.

Además es importante analizar todos los elementos que forman parte de una Red GPON ya que es uno de los aspectos primordiales en el proyecto.

### 1.1 Fibra Óptica

La fibra óptica se define como un medio de transmisión guiado, que se utiliza principalmente en transmisión de datos a altas velocidades, los hilos de fibra están elaborados con materiales transparentes como vidrio o plástico en una forma cilíndrica y larga por la cual se envía pulsos luminosos que representan la transmisión de la información.

Los elementos que conforman una fibra óptica son:

- Núcleo
- Capa o Revestimiento
- Cubierta protectora o Recubrimiento

#### 1.1.1 Estructura de la Fibra Óptica

**Núcleo (core):** Está formado por un cilindro de vidrio o plástico a través del cual viaja la señal luminosa.

**Revestimiento (cladding):** Es un tubo coaxial, este se encuentra ubicado en los alrededores del cilindro en contacto con él. Está compuesto por un material de vidrio y su función es asegurar la conducción en el interior del núcleo, el material de envoltura tiene un índice de refracción distinto al del núcleo para que pueda transitar la luz.

**Recubrimiento (coating):** Es una cubierta que protege al núcleo y al revestimiento del exterior.

## **1.2 Elementos básicos de un Sistema de Fibra Óptica**

### **1.2.1 Transmisor Óptico**

La función principal del transmisor óptico es transformar una señal eléctrica en una señal luminosa emitida en forma de pulsos.

### **1.2.2 Receptor Óptico**

Tiene como objetivo extraer los datos que viajan a través de la fibra óptica y que incide en el fotodetector del receptor.

### **1.2.3 Amplificador Óptico**

Como su nombre lo indica amplifica una señal luminosa sin necesidad de transformarla a señal eléctrica.

## **1.3 Modos de propagación de la Fibra Óptica**

Dentro de un hilo de fibra óptica, un haz de luz puede seguir varias trayectorias, a esto se denomina modos de propagación estos se dividen en multimodo y monomodo.

### **1.3.1 Fibra Multimodo**

Los haces de luz se pueden propagar en varias trayectorias dentro del núcleo, manteniendo una misma longitud de onda. Son utilizados para hacer conexiones a cortas distancias entre 2Km – 3Km y tienen un precio económicamente cómodo.

### **1.3.2 Fibra Monomodo**

Dentro del núcleo se produce una propagación de un solo modo, es decir que la luz viaja en un sentido paralelo a la fibra. Este modo es capaz de alcanzar grandes distancias por medio de la emisión de un láser y la reducción del diámetro del núcleo de la fibra.

## **1.4 Redes de Fibra Óptica (FTTX)**

Las redes FTTX (Fiber To The X) son redes de fibra óptica utilizadas para proveer una conexión de banda ancha en las redes de acceso.

Estas redes remplazan parcial o totalmente a las redes de cobre comúnmente utilizadas.

Las diferentes arquitecturas de las redes FTTX se designan de acuerdo a la proximidad de la fibra hacia el usuario y son las siguientes:

- **FTTN (*Fiber To The Node*)** - Fibra hasta el nodo
- **FTTC (*Fiber To The Curb*)** - Fibra hasta la esquina
- **FTTB (*Fiber To The Building*)** - Fibra hasta el edificio
- **FTTH (*Fiber To The Home*)** - Fibra hasta la casa



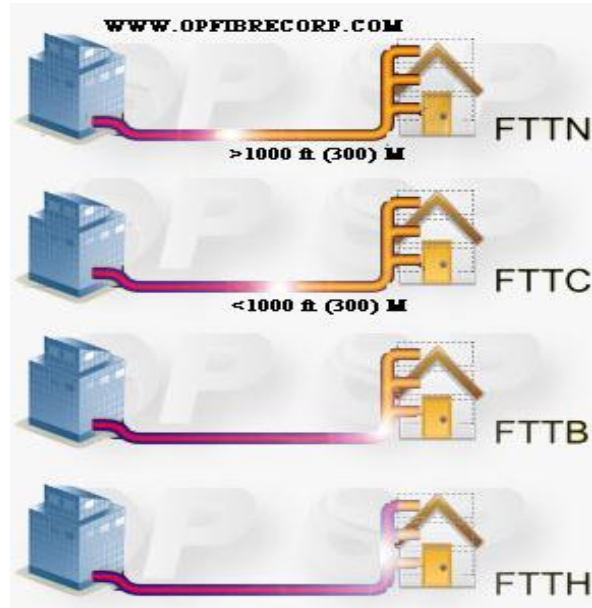


Fig. 1.1 Arquitectura de red FTTX

Fuente: (Opfibrecorp, 2010)

#### 1.4.1 Redes Ópticas Activas (AON)

Son redes que poseen elementos activos, es decir que necesitan energía para su alimentación y que se encuentran entre la central y el usuario final.

#### 1.4.2 Redes Ópticas Pasivas (PON)

Está formado por componentes enteramente pasivos por lo que no necesita ningún tipo de alimentación de energía, el principal componente de las redes PON es el splitter (divisor óptico).

### 1.5 Redes de Acceso PON

#### 1.5.1 X-PON: Redes ópticas pasivas

Las redes ópticas pasivas reemplazan a todos los componentes activos que existen entre la central y el usuario final con componentes pasivos como los splitters que son divisores ópticos. La utilización de elementos pasivos en una red de fibra óptica minimiza los costos económicos a comparación de las redes ópticas activas que contienen divisores eléctricos.

#### 1.5.2 Ventajas de las redes PON

- Estas redes tienen un mayor alcance de hasta 20 Km a comparación de las tecnologías DSL que solo llegan a abarcar 5,5 Km desde la central.
- Manejan grandes anchos de banda que serán destinados al usuario final.

- Brindan una mejor calidad de servicio y se reduce considerablemente el mantenimiento de la red debido a que presenta inmunidad a ruidos electromagnéticos y a no propagar las descargas eléctricas procedentes de rayos.
- Utilizan una topología árbol-rama lo que las hace muchos más económicas que las punto a punto.
- Debido a la gran capacidad de la fibra óptica para transportar información, la tecnología PON posee una mayor densidad de ancho de banda por usuario en comparación con las otras tecnologías xDSL y CATV que son de cobre.
- Las redes PON al estar estructuradas por elementos pasivos minimizan los costos de implementación y mantenimiento en comparación con las redes AON.

### 1.5.3 Tipos de redes PON

Entre las redes PON se tiene APON, BPON, EPON y GPON

**APON (ATM Passive Optical Network):** Es una de las primeras redes que se presentó en la tecnología PON, estaba destinada para aplicaciones de negocios. Se adecua a distintas arquitecturas de redes como FTTH - FTTB – FTTC y maneja una tasa de 155Mbps.

**BPON (Broadband Passive Optical Network):** Se podría decir que es la evolución de la tecnología APON ya que está basada en ella pero con la diferencia que puede soportar otros estándares de banda ancha y soporta una tasa de 622 Mbps

**EPON (Ethernet Passive Optical Network):** Se basa en el transporte de tráfico Ethernet, soporta grandes velocidades de transmisión de datos ya que trabaja en el rango de los Gbps.

**GPON (Gigabit Passive Optical Network):** Es una de las tecnologías más actuales e innovadoras que existen del conjunto de estándares PON, las diferentes características que presentan las redes con tecnología GPON permite brindar servicios a nivel comercial y residencial. Soporta grandes tasas de banda ancha y posee una seguridad de red mejorada, además se adapta a otros protocolos de capa 2 (ATM-GEM-Ethernet) y se maneja entre los rangos de 2Gbps a 2,5Gbps dependiendo del número de usuarios finales. GPON puede llegar a una distancia de 20Km referencial.

### 1.6 Gigabit Passive Optical Network – GPON

**Elementos activos y pasivos de una Red GPON:** Existen elementos activos y pasivos que interviene en una red GPON, entre los elementos activos se tiene al OLT (Optical Line

Terminal) y al ONT (Optical Network Terminal), como elemento pasivo al ODN (Optical Distribution Network - Splitter) donde se encuentran los distribuidores ópticos.

La OLT y la ONT están interconectados a través del divisor óptico (splitter).

Estos equipos deben ser del mismo fabricante de tal manera que exista una interoperabilidad entre la OLT y la ONT.

**OLT (Optical Line Terminal):** Es uno de los elementos activos de la red GPON, se encuentra en las dependencias del proveedor que brinda el servicio, trabaja como enrutador de información que será solicitado por los usuarios y desde ahí partirán las redes de fibra óptica hacia los destinatarios, cada OLT consta de varios puertos de línea GPON y cada uno de estos puede dar abasto hasta 64 ONT de los usuarios.

**ONT (Optical Network Terminal):** Cada usuario posee una ONT configurada con su respectiva información. Existen diferentes ONTs destinadas para diferentes tipos de necesidades que tenga el usuario final estos pueden ser:

- **Interfaces E1 o STM-1:** Son destinados para para la utilización en servicios corporativos.
- **Interfaces de Gigabit-Ethernet:** Pueden llegar alcanzar velocidades de 1Gbps.
- **Interfaces de Fast-Ethernet:** Los utilizan generalmente para usuarios residenciales, ofrecen servicios de internet y TV. Llegan a velocidades de hasta 100Mbps.

Usualmente viene con la batería incluida (dependiendo del fabricante) y son elaborados para resistir condiciones ambientales extremas.

**ODN (Optical Distribution Network - Splitter):** El elemento principal es el distribuidor óptico splitter el cual es el elemento pasivo de la red, se encarga de conectar la OLT con las OLTs de los usuarios finales.

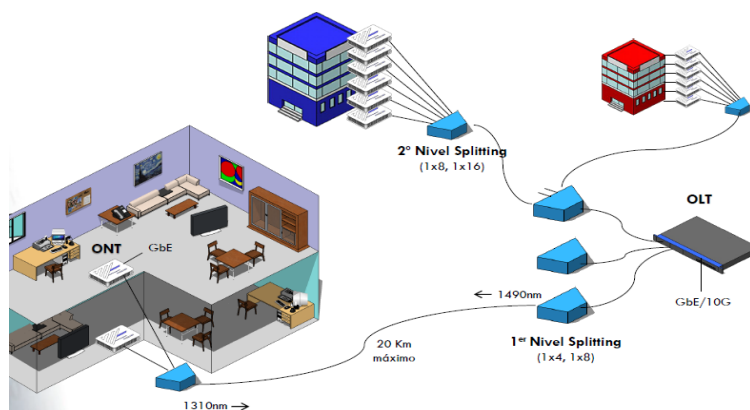


Fig. 1.2 Topología de red GPON.

Fuente: (Yagüe, 2012)

## 1.7 Topologías de red GPON/FTTX

La red GPON (Gigabit Passive Optical Network) adopta las topologías de las redes FTTx, existen diferentes topologías que se clasifican por el alcance que llega a tener la fibra óptica con respecto al usuario final y se detallan en la siguiente tabla

Denominación	Alcance	Distancia métrica
FTTN	Fiber To The Node (fibra hasta el nodo)	Fibra Óptica desde la central hasta una distancia del edificio entre 1.5 – 3 km
FTTC	Fiber To The Curb (fibra hasta la acera)	Fibra Óptica desde la central hasta una distancia del edificio entre 300 – 600 m
FTTB	Fiber To The Building or Bussiness (fibra hasta el edificio o negocio)	Fibra Óptica desde la central hasta el Cuarto de Telecomunicaciones del edificio, sin incluir tendido hasta el hogar
FTTH	Fiber To The Home (fibra hasta el hogar)	Fibra Óptica desde la central hasta el PTR de los hogares

Tabla 1.1 Topologías de redes FTTx

Fuente: (Sandoval, 2014)

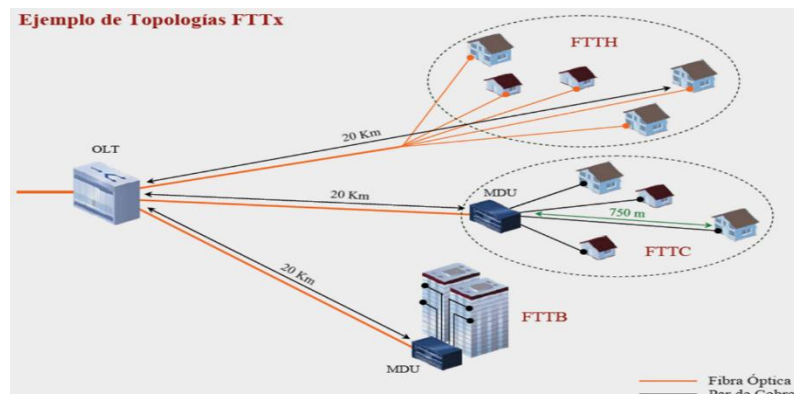


Fig. 1.3 Diseño de topologías FTTx

Fuente: (Sandoval, 2014)

## 1.8 Equipos de medición de las redes GPON

Existen varios equipos de medición para redes de fibra óptica los más utilizados son el OTDR-PON y el Power Meter. “Las tres principales pruebas ópticas a desarrollarse durante la instalación de estas redes son:

- Mediciones de la pérdida de retorno óptico de manera bidireccional (ORL)
- Mediciones de pérdida óptica de los elementos de la PON de manera bidireccional.
- Característica bidireccional del enlace punto a punto.” (Tecnología, 2012)

## **1.9 Estándares Internacionales de la Red GPON**

Las redes GPON así como otras tecnologías se basan en estándares establecidos por entidades reguladoras que hacen cumplir las normativas que se tienen que aplicar en el diseño y la implementación de diferentes proyectos, esta entidad se la conoce como la ITU (International Telecommunication Union).

A continuación se presentan diferentes estándares que se tomaran en cuenta para realizar el diseño de la red GPON del edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel.

**UIT-T G.984.1:** Este estándar contiene las diferentes topologías existentes, así como las características generales de las redes GPON.

**UIT-T G.984.2:** Por medio de este estándar se presentan las diferentes especificaciones para el manejo dependiente de la capa donde se encuentran los medios físicos, además explica el manejo simétrico y asimétrico de la señal, con referencia a distintas velocidades.

**UIT-T G.984.3:** Este estándar trata sobre la capa de convergencia de transmisión, las tramas que existe en una conexión de red y las seguridades en redes GPON

**UIT-T G.984.4:** Se determina las fallas y correcciones en los equipos ONT, analiza la interfaz de control y gestión, realiza un enfoque de los recursos y servicios de la información en base de la gestión o manejo independiente del protocolo de comunicación que existe entre las OLT y las ONTs.

**UIT-T G.984.5:** Este estándar enfoca las futuras implementaciones de nuevas señales y servicios a la red, manejando diferentes rangos de bandas y longitudes de onda usando la técnica de multiplexación de información.

### **Estándares de elementos Pasivos y cable de fibra óptica.**

Los diferentes estándares de redes GPON deben ser capaces de soportar los componentes ópticos pasivos que contiene la red manteniendo una compatibilidad entre los elementos pasivos cajas, splitters, mangas, entre otros elementos de red que garanticen el funcionamiento de la tecnología GPON y el crecimiento hacia una tecnología xPON.

## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO**

#### **Introducción**

Este capítulo contiene el problema principal del proyecto detallado en un análisis de la red de la Universidad Tecnológica Israel, fundamentado por una serie de imágenes que reflejan la situación actual de dicha red. Además se describe brevemente las teorías en que se fundamenta el proyecto conjuntamente con los métodos y técnicas utilizadas para la recolección de información, esto permitirá detallar los resultados que se espera del proyecto.

#### **2.1 Problema Principal**

Después de haber realizado un proceso de investigación y aplicando distintas técnicas de recolección de información se determinó como problema principal que la red de la Universidad Tecnológica Israel sufre de intermitencias en la transmisión de datos y cuenta con un ancho de banda insuficiente debido a su infraestructura limitada de red y al aumento en el número de usuarios, esto provoca que la red actual de la Universidad Tecnológica Israel no permita brindar un correcto servicio de comunicación a toda la comunidad universitaria.

A continuación se detalla la situación actual de la red del edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel, sus diferentes puestos de trabajo divididos por pisos y por ende los distintos puntos de red que posee el edificio.

##### **2.1.1 Red actual de la Universidad Israel**

La tecnología se ha vuelto un aspecto de suma importancia dentro de las instituciones de educación superior, es así que la Universidad Israel cuenta con una red interna de datos que soporta las operaciones y actividades fundamentales que se realizan en esta institución, los distintos puntos de red que se encuentran en la universidad están distribuidos en los diferentes puestos de trabajo que se tiene asignados a los docentes y al personal administrativo de la Universidad, a continuación se detalla una tabla de los puestos de trabajo en cada piso, que poseen un punto de red:

Puestos de trabajo/ Puntos de Red	Piso
23	Subsuelo 2
5	Subsuelo 1
32	Planta Baja
2	Primer Piso
2	Segundo Piso
5	Tercer Piso
2	Cuarto Piso
3	Quinto Piso
<b>Total:</b>	<b>74</b>

Tabla 2.1 Distribución de puntos de red por pisos.

Fuente: Investigador

Además esta red contiene el servicio de base de datos, internet, correo electrónico personal para profesores y personal administrativo, página web administrable, aplicaciones (plataforma académica, consulta de notas etc.), central telefónica analógica (DNS (Domain Name System), DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), escritorio remoto, active directory, firewall (a nivel de software) y archivos de videos de las cámaras de seguridad. Todos estos servicios son utilizados por cada usuario asignado a un puesto de trabajo. También la Universidad cuenta con el servicio de la red WIFI (acceso inalámbrico a internet) diseñado en un sistema tipo cascada capaz de abarcar una cobertura de todo el edificio matriz por medio de un access point en cada piso.

La red de la Universidad Israel está basada en la tecnología Ethernet con una velocidad de 10/100 Mbps y con un ancho de banda de 19MB además posee una red tipo estrella que se encuentra cableada con cable categoría 5E.

### **2.1.2 Distribución de espacios internos de la Universidad Israel**

En el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel existen diferentes puestos de trabajo los cuales deben tener una conexión a la red interna de la institución, es decir que cada puesto de trabajo debe tener un punto de red fijo que cuente con todos los servicios que ofrece dicha red.

A continuación se presentan los diferentes puestos de trabajo y la distribución de espacios como se encuentra estructurado el edificio matriz de la UISRAEL.

## Subsuelo 2

SR. FERDINAND SALTOS

## CAMPUS MATRIZ

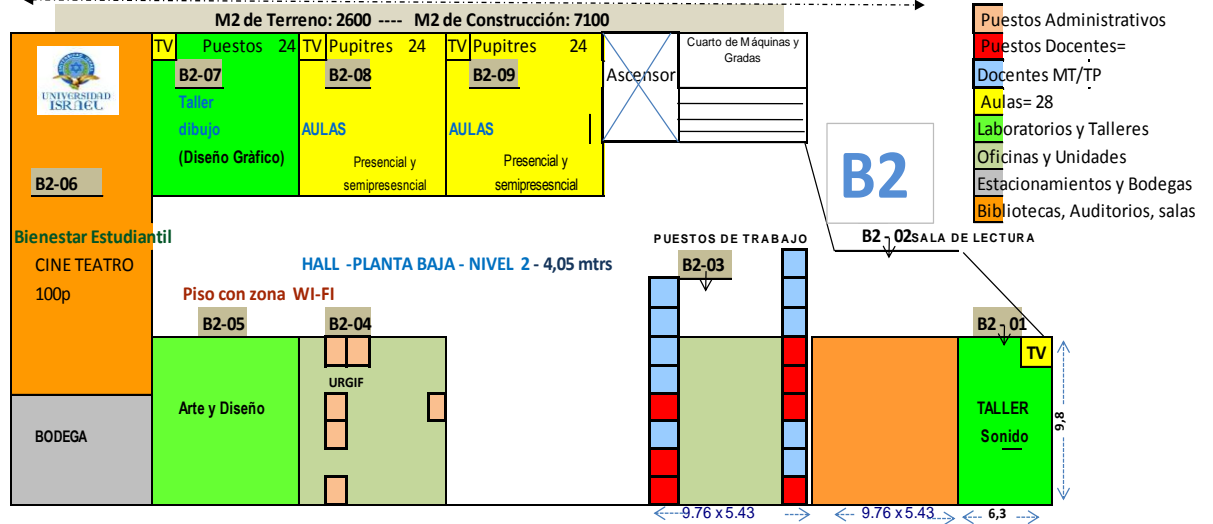


Fig. 2.1 Subsuelo 2 - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel

Fuente (Ferdinand, 2013)

El subsuelo 2 de la Universidad consta de 6 puestos de trabajo distribuidos en el área de secretaria académica y 17 puestos de trabajo que están distribuidos para los docentes de la institución; en total el subsuelo 2 consta de 23 puestos de trabajo, es decir que se tiene 23 puntos de red fijos.

## Subsuelo 1



Fig. 2.2 Subsuelo 1 - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel

Fuente (Ferdinand, 2013)

El subsuelo 1 de la Universidad consta de 4 puestos de trabajo en el área de evaluación interna y 1 puesto de trabajo para el departamento médico, en total 5 puestos de trabajo, es decir, 5 puntos de red fijos.



## Planta Baja

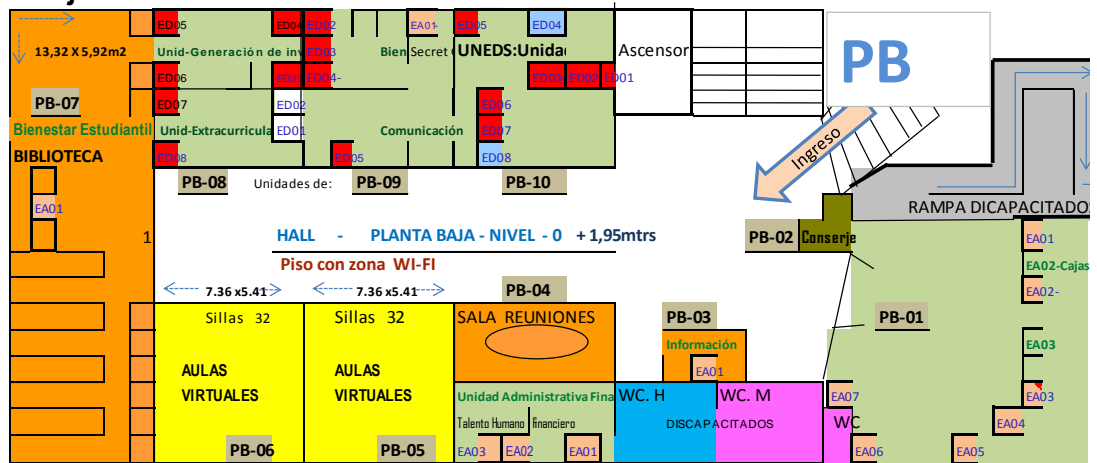


Fig. 2.3 Planta Baja - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel

Fuente: (Ferdinand, 2013)

La planta baja de la Universidad consta de 32 puestos de trabajo distribuidos entre secretaria, colecturía, balcón de servicios, información, unidad administrativa financiera, aulas virtuales, biblioteca, departamento de vinculación, vicerrectorado y departamento de monitores de carreras, todos estos tienen puntos de red fijos.

## Primer Piso

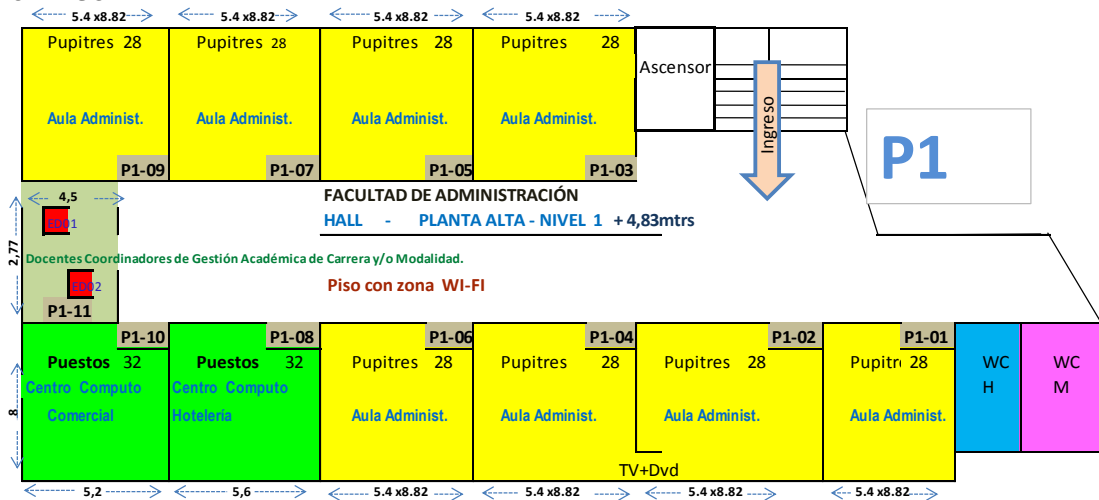


Fig. 2.4 Primer Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel

Fuente: (Ferdinand, 2013)

El primer piso del edificio matriz se ubica la facultad de Administración, cuenta con 2 puestos de trabajo ubicados en la oficina de coordinación de carrera, se tiene dos puntos de red fijos.

## Segundo Piso

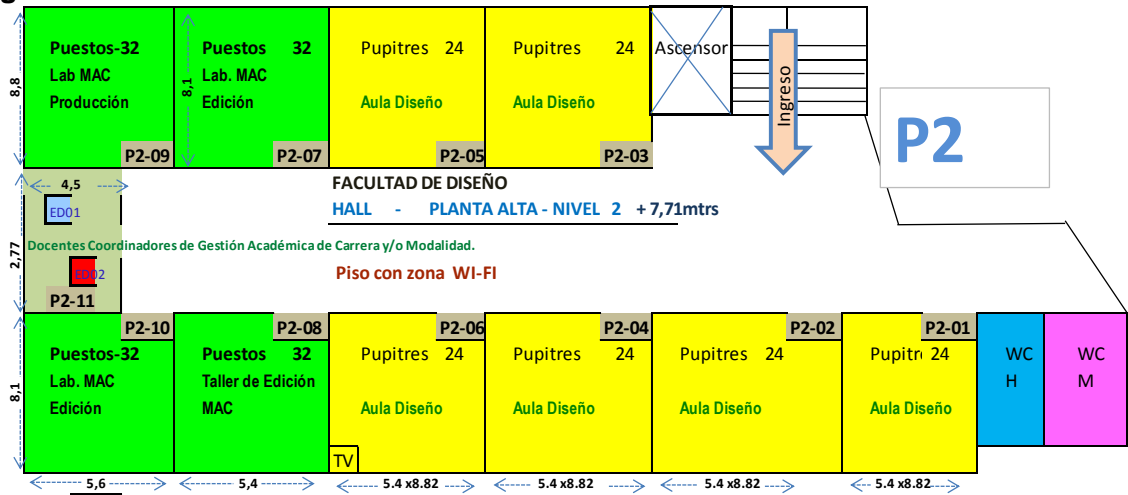


Fig. 2.5 Segundo Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel

Fuente (Ferdinand, 2013)

El segundo piso del edificio matriz se ubica la facultad de Diseño Gráfico, cuenta con 2 puestos de trabajo ubicados en la oficina de coordinación de carrera, se tiene dos puntos de red fijos.

## Tercer Piso

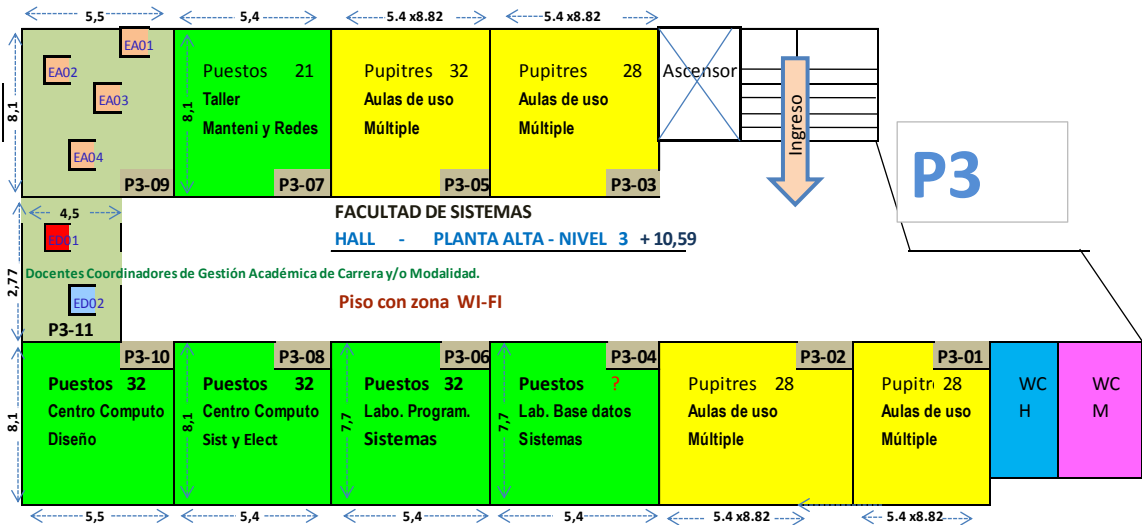


Fig. 2.6 Tercer Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel

Fuente (Ferdinand, 2013)

El tercer piso del edificio matriz se ubica la facultad de Sistemas, cuenta con 5 puestos de trabajo ubicados 2 en la oficina de coordinación de carrera, y 3 en el departamento recursos tecnológicos se tiene 5 puntos de red fijos. Cabe destacar que en este piso se encuentra el Data Center de las redes de la universidad.

### Cuarto Piso

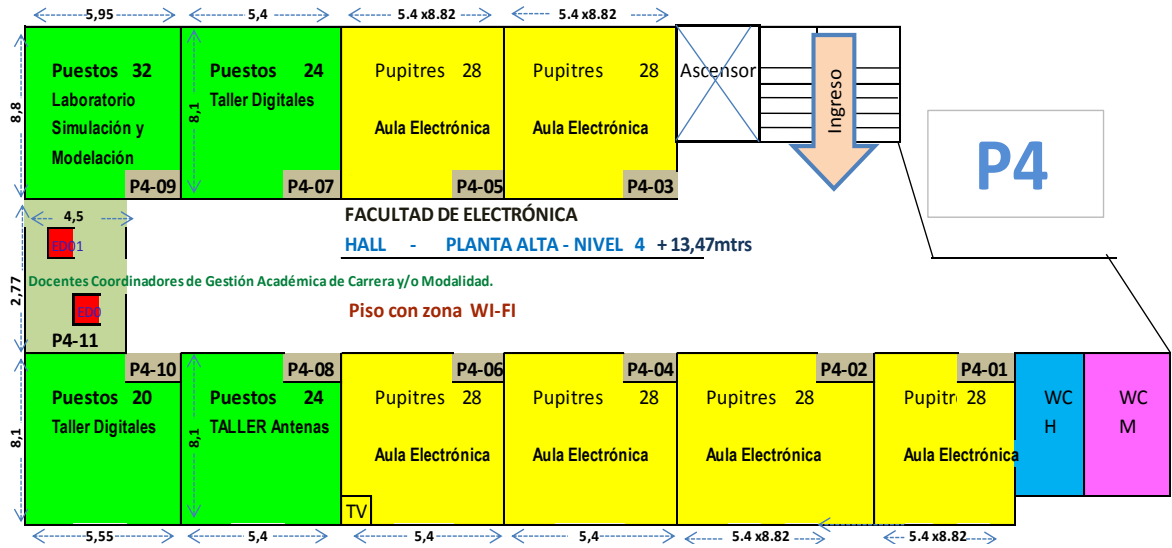
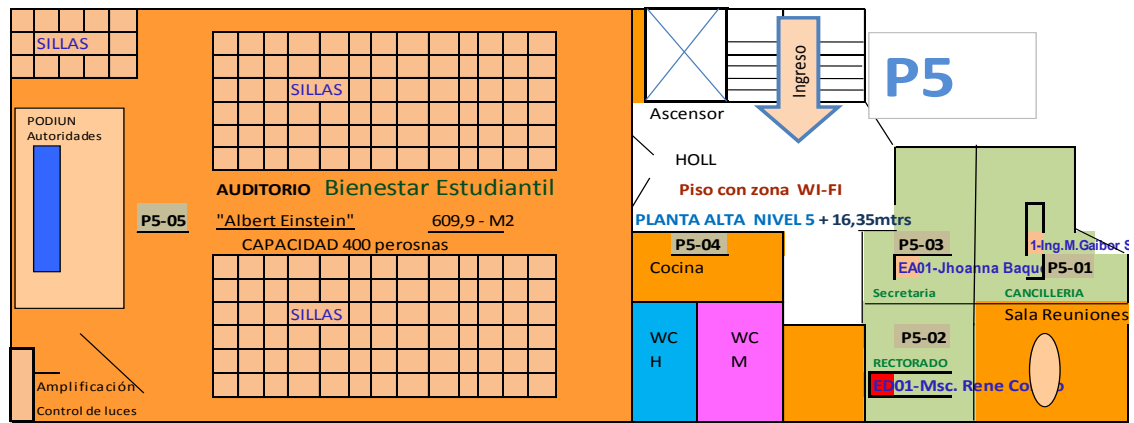


Fig. 2.7 Cuarto Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel

Fuente (Ferdinand, 2013)

El cuarto piso del edificio matriz se ubica la facultad de Electrónica, cuenta con 2 puestos de trabajo ubicados en la oficina de coordinación de carrera, se tiene 2 puntos de red fijos.

### Quinto Piso



Ferdinand Santos Fig. 2.8 Quinto Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel

Fuente (Ferdinand, 2013)

El quinto piso del edificio matriz se ubica al Rectorado y la Cancillería, cuenta con 3 puestos de trabajo, por ende tiene 3 puntos de red fijos distribuidos en la planta alta del edificio.

### 2.1.3 Descripción y presentación de imágenes de la red del edificio



Fig. 2.9 Fachada - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.

Fuente: Investigador

El edificio matriz de la Universidad Israel cuenta con dos proveedores externos de Internet que son CNT y New Access S.A, el cableado interno de la universidad se encuentra implementado en una topología tipo estrella y distribuida por medio de cable de red categoría 5E. Esta red tiene 15 años de funcionamiento, desde 1999.

### Subsuelo 2



Fig. 2.10 Subsuelo 2-Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.

Fuente: Investigador

El subsuelo 2 consta de 23 puestos de trabajo y por ende 23 computadores que se encuentran conectados a la red de la Universidad Israel, además también se puede observar el cuarto de máquinas en donde se encuentran ubicados los ductos del elevador y de diferentes cables.

## Subsuelo 1



Fig. 2.11 Subsuelo 1-Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.

Fuente: Investigador

El subsuelo 1 consta de 5 puntos de red con 5 computadoras distribuidas entre el departamento médico y el departamento de idiomas, se encuentran interconectados a la red del edificio a través de patch cords.

## Planta Baja



Fig. 2.12 Planta Baja - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.

Fuente: Investigador

La planta baja consta de 32 puestos de trabajo, cada usuario tiene designado un computador para las diferentes áreas como la biblioteca, departamento financiero, colecturía, información, vicerrectorado entre otros, todas estas estaciones de trabajo se encuentran conectadas al patch panel por medio de cables UTP.

## Primer Piso



Fig. 2.13 Primer Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.

Fuente: Investigador

El primer piso tiene 2 puestos de trabajo, también consta de 2 laboratorios que tienen una conexión interna de red, organizada por un patch panel que luego será direccionado a un switch de red.

## Segundo Piso



Fig. 2.14 Segundo Piso-Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.

Fuente: Investigador

El segundo piso tiene 2 puestos de trabajo, también consta de 4 laboratorios que tienen una conexión interna de red organizada por un patch panel que luego será direccionado a un switch de red.

### Tercer Piso

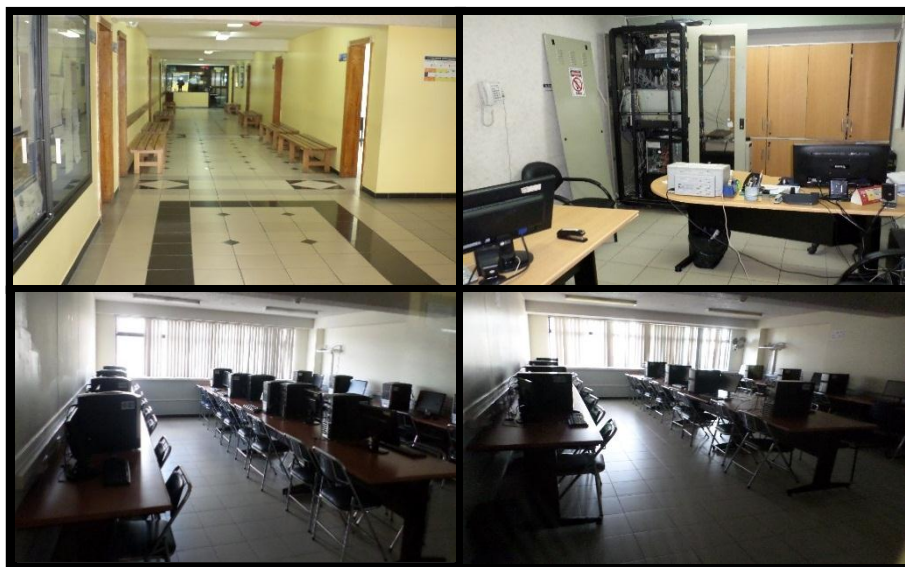


Fig. 2.15 Tercer Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.  
Fuente: Investigador

El tercer piso tiene 5 puestos de trabajo, también consta de 4 laboratorios que tienen una conexión interna de red organizada por un patch panel que luego será direccionado a un switch de red. Aquí se ubica el Data Center del edificio y desde aquí se distribuyen las diferentes redes para cada piso.

### Cuarto Piso



Fig. 2.16 Cuarto Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.  
Fuente: Investigador

El cuarto piso tiene 2 puestos de trabajo, también consta de 4 laboratorios (digitales, antenas, modelación circuitos) tienen una conexión interna de red organizada por un patch panel que luego será direccionado a un switch de red.

### Quinto Piso



Fig. 2.17 Quinto Piso - Campus Matriz Universidad Tecnológica Israel.

Fuente: Investigador

El quinto piso tiene 3 puestos de trabajo que están distribuidos entre la cancillería y el rectorado tienen una conexión interna de red organizada por un patch panel que luego será direccionado a un switch de red.

#### 2.1.4 Detalle de otros problemas de la red de la Universidad Tecnológica Israel

La actual red de la Universidad Israel brinda un servicio de comunicación aceptable para sus usuarios, pero presenta varios inconvenientes que a futuro causaran problemas internos en la transición de información e interconexión de usuarios. A continuación se enlista una serie de problemas que presenta la red de la UISRAEL.

- Retardo en el tiempo de respuesta a usuarios tanto en internet como en servicios internos de la Universidad.
- No existe un balanceo de carga distribuida para diferentes tipos de usuarios en la red.
- La escalabilidad de la red.
- No se cuenta con algún tipo de seguridad en los servidores.
- Falta de implementación de UPS y servidores más robustos.
- Baja capacidad de cobertura de los access point.

#### 2.2 Propuesta de solución del problema.

Es necesario estudiar los componentes activos y pasivos de las redes GPON porque es indispensable tener el conocimiento de los elementos que van a intervenir en esta red de comunicación, sus múltiples beneficios a comparación de las redes de cobre actuales y sus



diferentes topologías, haciendo de este estudio un factor fundamental para poder aplicar los conocimientos teóricos en el diseño e implementación de estas redes.

Es viable realizar un diseño de una red GPON porque la Universidad Tecnológica Israel cuenta con una red de datos que presenta algunos inconvenientes además de que ya cumplió con su tiempo de vida útil, este diseño de red de fibra óptica utilizando tecnología GPON servirá para tener una muy buena propuesta de renovación de infraestructura de red ya que si en un futuro se llegase a implementar, esta red sería capaz de proporcionar una gran conectividad de alta velocidad y prestar una variedad de servicios para el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel.

Elaborar una maqueta que permita evidenciar algunos elementos con los que va a contar la red es necesario porque por medio de ella se puede reflejar los estudios realizados además de presentar una pequeña muestra de cómo estará estructurada la red si se llegase a implementar, esta maqueta técnica de medición y pruebas servirá para poder validar el correcto funcionamiento de la red por medio de la mediciones de pérdidas y distancias de red que permiten obtener los equipos de medición (OTDR-PON).

### **2.3 Hipótesis del proyecto.**

Un estudio y diseño de una Red de fibra óptica con tecnología GPON en una topología FTTH con la capacidad de brindar alta capacidad de ancho de banda, que permitirá optimizar la utilización de los hilos de fibra óptica además de proveer servicios de telefonía, internet de alta velocidad, IPTV e implementarla en una maqueta técnica de medición y pruebas, contribuirá de una documentación indispensable para su futura implementación con el consecuente mejoramiento de conectividad para usuarios del edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel y cumplirá con los estándares necesarios para cubrir las necesidades tecnológicas que requiera la institución.

Variable independiente.

- Análisis de la Tecnología GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit)

Variable dependiente.

- Cantidad de usuarios pertenecientes a la red
- Transmisión de datos a altas velocidades.

## **2.4 Teorías de fundamentación del proyecto.**

El proyecto se va a basar en tecnología GPON, utilizando equipos activos como OLT (Optical Line Terminal) y el ONT (Optical Network Terminal) y equipos pasivos como las ODN (Optical Distribution Network - Splitter) donde se encuentran los distribuidores ópticos. Se presentó a las redes de fibra óptica con tecnología GPON como una alternativa de remplazo de una futura infraestructura de red, además se decidió utilizar este tipo de tecnología por las ventajas que presenta en comparación a las redes de cobre.

Para solventar los requerimientos que solicitan entidades reguladoras de la educación superior en que las universidades deben tener una infraestructura de red solvente y de óptima calidad, capaz de satisfacer las necesidades de los estudiantes y personal administrativo de la Universidad Tecnológica Israel se presenta el diseño de la red GPON en una topología FTTH que permita llegar a cada punto de conexión con fibra óptica.

## **2.5 Metodología y técnicas metodológicas utilizadas**

### **2.5.1 Metodología**

Este proyecto se elabora de acuerdo a tres métodos teóricos de investigación, que se señalan a continuación.

En la primera etapa se estudia los componentes activos y pasivos con los que debe contar una red GPON mediante el método analítico - sintético para obtener la información.

En la segunda etapa usa el método de modelación, para poder estructurar de una manera eficiente y eficaz la correcta distribución de la red GPON, se enfoca principalmente en la utilización de este método de investigación ya que el diseño es la parte más fundamental de este proyecto.

En la tercera etapa se utiliza el método sistémico que permite realizar varias pruebas para comprobar la funcionalidad del proyecto.

### **2.5.2 Técnicas metodológicas utilizadas**

Se toma en consideración tres métodos prácticos de la investigación para la realización de este proyecto.

En la primera etapa se necesita aplicar el método de observación ya que este método permitirá realizar un diagnóstico del área donde se va a desarrollar el proyecto y aportará para la realización del diseño de la red GPON.

En la segunda etapa es conveniente aplicar el método de revisión documental para que en base a este método se recopile datos técnicos y estructurales, capaces de contribuir con la elaboración del diseño de la red.

Para la tercera etapa se utiliza el método de registro y procesamiento de la información ya que por medio de una entrevista y encuestas se puede conocer las necesidades de los usuarios, comparar las magnitudes medibles de los datos recopilados y estructurar un análisis técnico que aporte a la realización del proyecto. A continuación se presentan los formatos de la entrevista y las encuestas que se realizó.

Entrevista realizada al Ing. Edwin Lagos - Director de Recursos Tecnológicos, en el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel el día miércoles 4 de junio del 2014. El resultado de esta entrevista se encuentra en el anexo 1.



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA “ISRAEL”**  
**ENTREVISTA**



¿Con cuántos puntos de red cuenta la Universidad?

¿Cuántos años de funcionamiento tiene la red de la Universidad?

¿En qué servidores se alberga la base de datos de la institución y cuantos existen?

¿Qué tipo de red se tiene en la Universidad?

¿Para el servicio de telefonía, cuenta con una PBX?

¿Cuál es el proveedor de internet para la Universidad?

¿Cuál es el ancho de banda y la velocidad de la red?

¿Cómo está distribuida la red inalámbrica de la Universidad?

¿Dónde se encuentra el data center de la universidad y como está distribuido el cableado del edificio?

Formato de encuestas realizadas a los estudiantes de la Universidad Tecnológica Israel, una parte de las encuestas realizadas se encuentran en el anexo 2.



## UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA “ISRAEL”



### ENCUESTA SOBRE LA RED INTERNA DE COMUNICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD.

**Objetivo:** Por medio de la presente encuesta se pretende recolectar información importante por parte de los estudiantes sobre la red interna de comunicación de la Universidad Tecnológica Israel y los diferentes servicios que presta la misma.

**Instrucción:** Marque con una [x] la respuesta que desee.

1. ¿Cree usted que la red interna del edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel brinda un correcto servicio a los estudiantes y diferentes personas que realizan sus labores ahí?

Si (.....) No (.....)

2. ¿Cómo califica usted al servicio de internet alámbrico e inalámbrico que presta la red de comunicación de datos de edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel?

Muy mala calidad	Regular	Óptima calidad

3. ¿Cuándo usted está conectado desde cualquier dispositivo inalámbrico (móvil, pc, tablet, etc.) a la red del edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel, posee cobertura en cualquier parte del edificios donde usted se encuentre?

Si (.....) No (.....)

4. ¿Cree usted que por medio del estudio, diseño e implementación de una red de fibra óptica en la Universidad Tecnológica Israel, mejorarían los diferentes servicios que presta la misma, tanto en la parte académica como administrativa?

Si (.....) No (.....)

5. ¿Cree usted que en el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel se debería dar el salto tecnológico a las nuevas tendencias de comunicación en aspectos de educación y diversos servicios como IPTV, conferencias en línea, internet de alta velocidad, telefonía entre otros?

Si (.....) No (.....)

FECHA: .....

LUGAR: .....

GRACIAS.

### Tabulación e interpretación de resultados

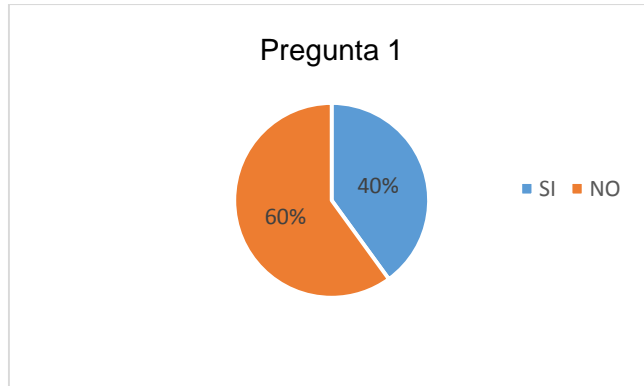
**Primera pregunta:** ¿Cree usted que la red interna del edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel brinda un correcto servicio a los estudiantes y diferentes personas que realizan sus labores ahí?

**Tabla de Frecuencias No. 1**

	No Personas	%
SI	4	40%
NO	6	60%
TOTAL	10	100%

Fuente: La encuesta

Elaborado: Por el Investigador



**Análisis:** Del total de encuestados, el 40% responde que “Si”, y el 60% responde que “No”, por lo tanto se puede concluir que un gran porcentaje de personas concuerdan que la red interna de la Universidad Tecnológica Israel no brinda un correcto servicio para sus usuarios.

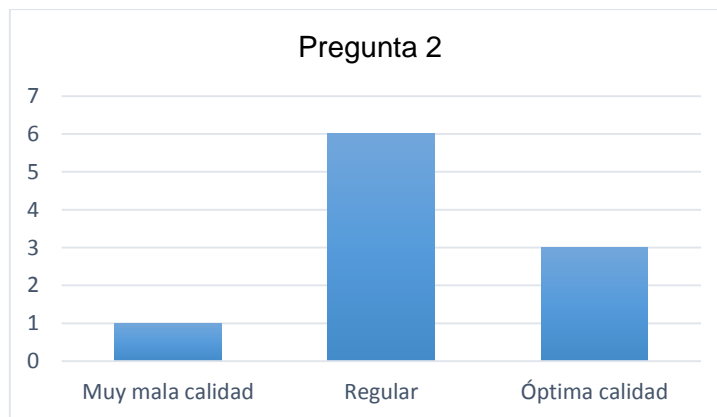
**Segunda Pregunta:** ¿Cómo califica usted al servicio de internet alámbrico e inalámbrico que presta la red de comunicación de datos de edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel?

**Tabla de Frecuencias No. 2**

	No Personas	%
Muy mala calidad	1	10%
Regular	6	60%
Óptima calidad	3	30%
Total	10	100%

Fuente: La encuesta

Elaborado: Por el Investigador



**Análisis:** Del total de encuestados, el 10% responde que “Es muy mala calidad”, el 60% responde que “Regular”, el 30% responde que es de “Óptima calidad” por lo tanto se puede concluir que más de la mitad de los encuestados califica como Regular al servicio de internet en la universidad.

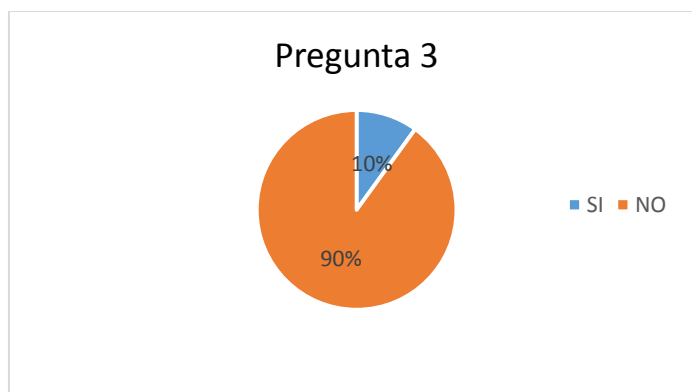
**Tercera Pregunta:** ¿Cuándo usted está conectado desde cualquier dispositivo inalámbrico (móvil, pc, tablet, etc.) a la red del edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel, posee cobertura en cualquier parte del edificios donde usted se encuentre?

**Tabla de Frecuencias No. 3**

	No Personas	%
SI	1	10%
NO	9	90%
TOTAL	10	100%

Fuente: La encuesta

Elaborado: Por el Investigador



**Análisis:** Del total de encuestados, el 10% responde que “Si”, y el 90% responde que “No”, por lo tanto se puede concluir que casi todas las personas concuerdan que no se tiene una cobertura para todo el edificio y esto causa malestar a los usuarios.

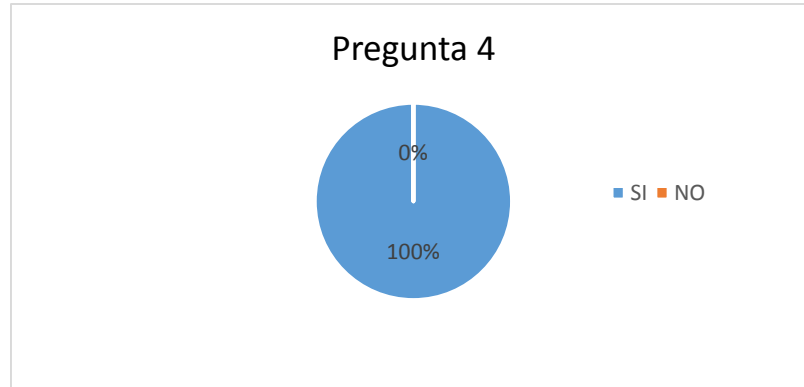
**Cuarta Pregunta:** ¿Cree usted que por medio del estudio, diseño e implementación de una red de fibra óptica en la Universidad Tecnológica Israel, mejorarían los diferentes servicios que presta la misma, tanto en la parte académica como administrativa?

**Tabla de Frecuencias No. 4**

	No Personas	%
SI	10	100%
NO	0	0%
TOTAL	10	100%

Fuente: La encuesta

Elaborado: Por el Investigador



**Análisis:** Del total de encuestados, el 100% responde que “Si”, por lo tanto se puede concluir que todas las personas encuestadas concuerdan un estudio, diseño e implementación de una red de fibra óptica en la Universidad Tecnológica Israel, mejorarían los diferentes servicios que presta la misma.

**Quinta Pregunta:** ¿Cree usted que en el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel se debería dar el salto tecnológico a las nuevas tendencias de comunicación en aspectos de educación y diversos servicios como IPTV, conferencias en línea, internet de alta velocidad, telefonía entre otros?

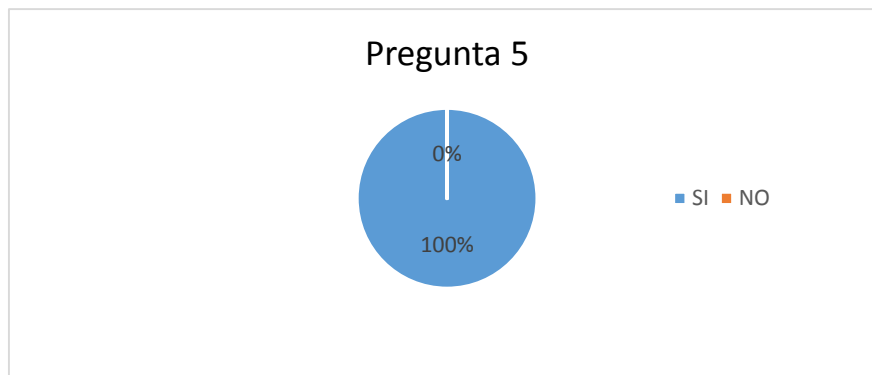
**Tabla de Frecuencias No. 5**

	No Personas	%
SI	10	100%
NO	0	0%
TOTAL	10	100%

Fuente: La encuesta

Elaborado: Por el Investigador





**Análisis:** Del total de encuestados, el 100% responde que “Si”, por lo tanto se puede concluir que todas las personas encuetadas concuerdan que se debería dar el salto tecnológico a las nuevas tendencias de comunicación en aspectos de educación y diversos servicios.

Realizando las encuestas correspondientes y la tabulación de los datos recolectados, que se encuentran detallados en el anexo 2 se puede afirmar que entre los usuarios que realizan sus diferentes labores en el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel existe malestar por los diferentes inconvenientes que presenta la red de comunicación de este edificio, como poca cobertura, internet con una calidad de servicio regular, entre otros. Además las personas encuestadas concuerdan en que se debe dar un salto tecnológico a las nuevas tendencias de comunicación en beneficio del desarrollo educativo e institucional para así satisfacer las necesidades de las personas que realizan sus actividades en esta institución y cumplir con diferentes requerimientos que proponen entidades que regulan la educación superior en el país.

## **2.6 Resultados esperados del proyecto.**

Por medio de la realización de este proyecto se espera aportar a la Universidad Tecnológica Israel con una propuesta de renovación estructural de su red de datos, teniendo como aspecto principal a las redes de fibra óptica con tecnología GPON para tener una infraestructura de telecomunicaciones que permita una conectividad de alta calidad y que estará distribuida en una topología FTTH, permitiendo llegar a cada puesto de trabajo o laboratorio con fibra óptica, optimizando la red a implementar y permitiendo brindar alta capacidad de ancho de banda a cada usuario de la red. Además por medio de la elaboración de la maqueta técnica de medición y pruebas se pretende dar a conocer cómo va a estar estructurada la red GPON en el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel, presentando los diferentes elementos con la que va a contar la misma.

## CAPÍTULO III

### PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### Introducción

Este capítulo contiene la parte fundamental de este proyecto ya que se evidencia la red GPON/FTTH diseñada para la Universidad Israel, su respectivo presupuesto estimado y el proceso de elaboración de la maqueta técnica la cual sirve para constatar el correcto funcionamiento de la red diseñada. Además se adjunta un informe del costo de implementación (capex) y el costo de mantenimiento (opex) de la red GPON diseñada y un análisis FODA que reflejará los puntos fuertes y débiles de este proyecto.

#### 3.1 Análisis de las ventajas y beneficios de las redes de fibra óptica en comparación a las redes de cobre actuales.

Las redes de fibra óptica en comparación a las redes tradicionales de cobre ADSL tienen varias ventajas y beneficios, a continuación se presenta una tabla donde se detalla las ventajas de la fibra óptica frente al cable de cobre tradicional.

Características	Cobre	Fibra Óptica
<b>Inmunidad al Ruido</b>	Se ven realmente afectados y vulnerables a problemas de interferencia y ruido	Gran inmunidad frente a interferencias electromagnéticas, diafonía y atenuación
<b>Ancho de Banda</b>	Limitado dependiendo del tipo de cable de cobre que se utilice	Desde 1Gb hasta 2.5 Gb dependiendo la tecnología q se utilice y el tipo de fibra óptica
<b>Distancia</b>	100 metros	2 km a 40 km
<b>Velocidad</b>	100 Mbps	1.000 Mbps
<b>Conexión</b>	Una incidencia en su equipo telefónico, hará que su calidad de navegación descienda ya que utilizan el mismo medio	La conexión y disponibilidad de su navegación jamás se verá afectada por un fallo telefónico
<b>Tamaño</b>	Vienen en diferentes grosores ocupan un tamaño superior a los cables de fibra óptica	Ocupa poco espacio gracias a su pequeño tamaño
<b>Perdidas</b>	La atenuación en los cables de cobre depende de la frecuencia a la que es transmitida la señal. Y son mucho mayores que en los equivalentes en fibra óptica	Las fibra ópticas monomodo tienen pérdidas localizadas en el rango de 0.2 a 0.5 dB por Km. La atenuación de las fibras multimodo varía entre 2 y 3.5 dB por Km.

Tabla 3.1 Cable de cobre vs Fibra óptica

Fuente: Investigador

## Ventajas de estándar GPON frente a otras tecnologías

Existen varias ventajas que brinda el estándar GPON a comparación de otro tipo de redes que también usan fibra óptica.

- Cobertura hasta 20 Km
- Soporte global multi-servicio: incluyendo voz, datos y video.
- Seguridad a nivel de protocolo (cifrado).
- Maneja grandes anchos de banda
- Utiliza elementos pasivos en su red
- Inmunidad a los ruidos electromagnéticos

## 3.2 Diseño del proyecto.

### 3.2.1 Levantamiento de la red actual

Por medio del software AutoCAD se presenta el diseño de la red actual con la que cuenta el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel, esta red se distribuye en una topología tipo estrella desde el tercer piso donde está ubicado el data center y se encuentra conectado con cable categoría 5E, los diferentes patch cords de red pasan por un ducto vertical que interconecta a todos los pisos del edificio. Para realizar el levantamiento de la red actual se procedió a recolectar una serie de información de la red de la Universidad Israel, permitiendo así realizar el diseño actual con varias medidas de referencia.

A continuación se presentan los diseños de la red elaborados en AutoCAD de cada piso del edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel.



Fig. 3.1 Diseño de la red actual del Subsuelo 2.

Fuente: Investigador

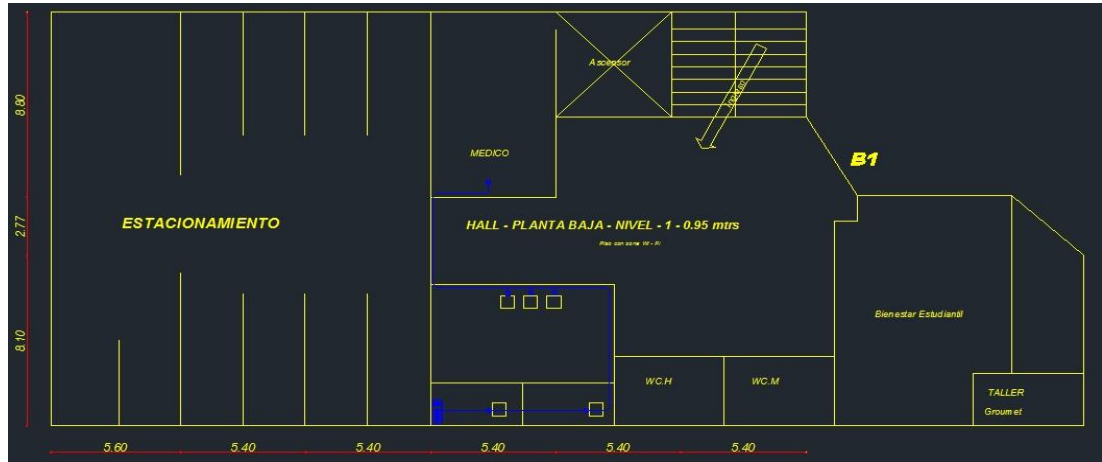


Fig. 3.2 Diseño de la red actual del Subsuelo 1.

Fuente: Investigador

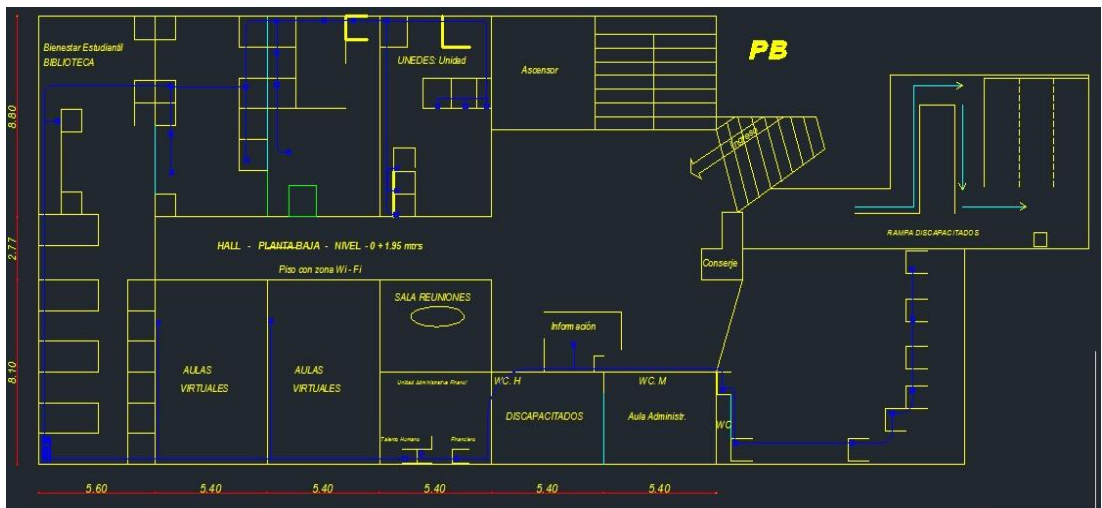


Fig. 3.3 Diseño de la red actual de la Planta Baja.

Fuente: Investigador

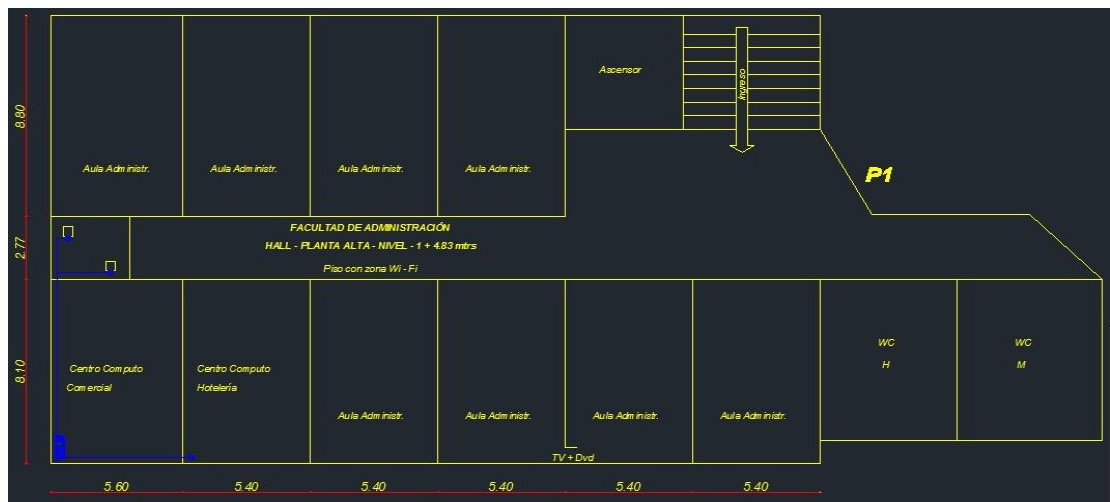


Fig. 3.4 Diseño de la red actual del Primer Piso.

Fuente: Investigador

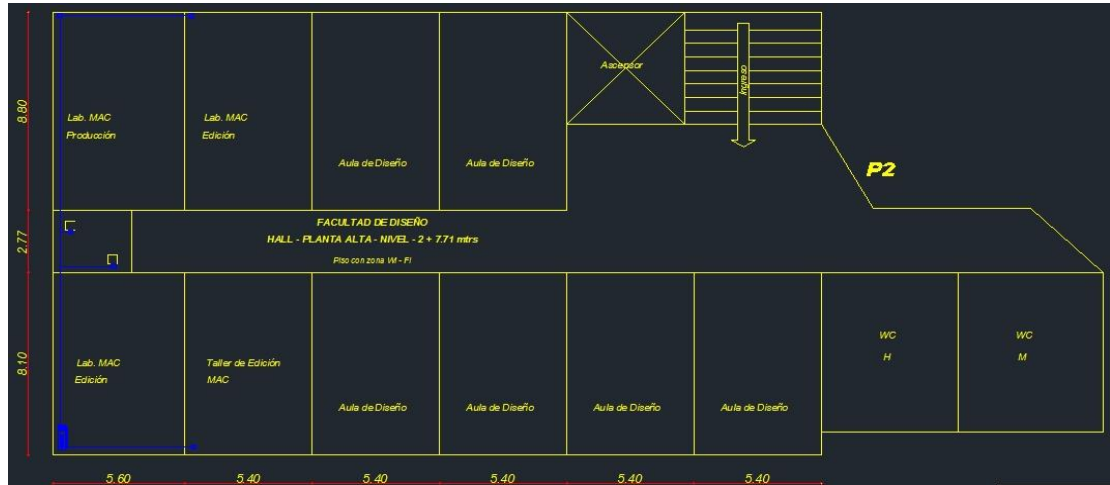


Fig. 3.5 Diseño de la red actual del Segundo Piso.

Fuente: Investigador

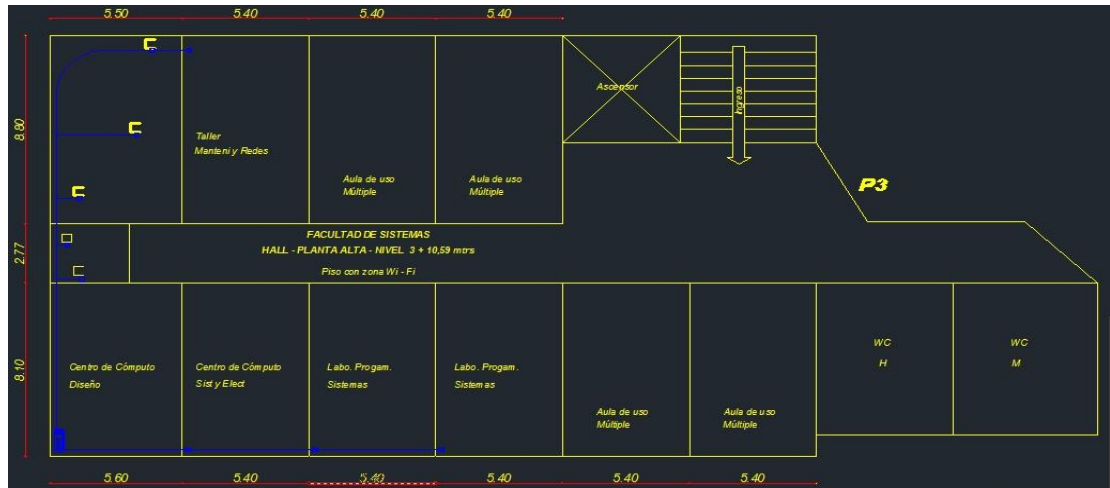


Fig. 3.6 Diseño de la red actual del Tercer Piso.

Fuente: Investigador

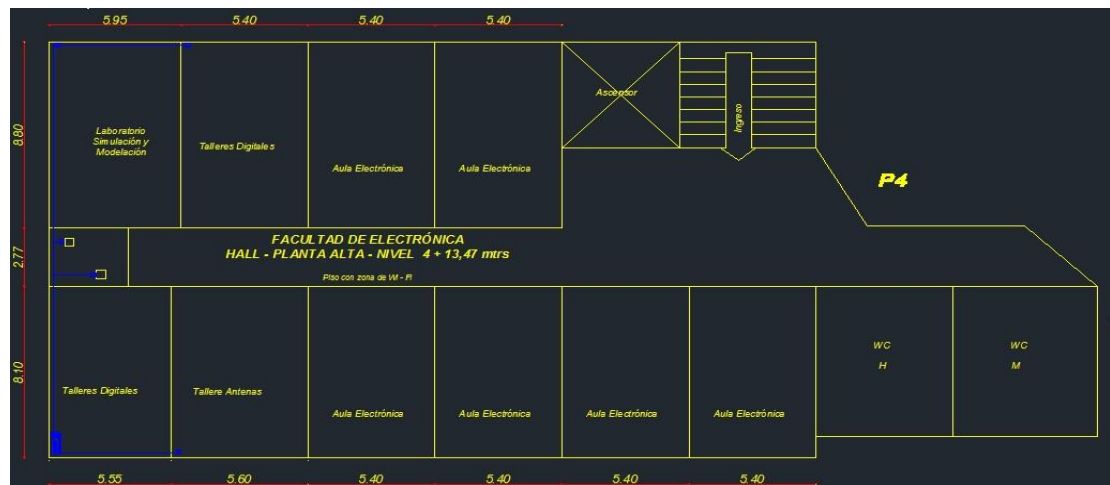


Fig. 3.7 Diseño de la red actual del Cuarto Piso.

Fuente: Investigador

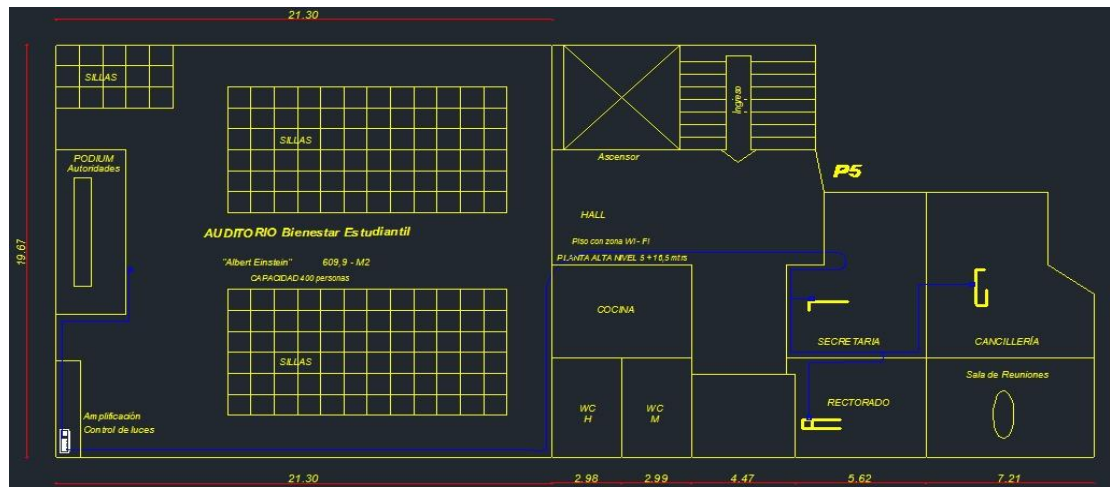


Fig. 3.8 Diseño de la red actual del Quinto Piso.

Fuente: Investigador

### 3.2.2 Diseño y determinación de la Red GPON/FTTH propuesta para la Universidad Tecnológica Israel

Realizar el diseño de la red de fibra óptica con tecnología GPON para el edificio matriz de la Universidad Israel conlleva, efectuar varios análisis con respecto a la arquitectura de la red, es decir, a la correcta distribución de los puntos de red para abastecer a todo el edificio de los diferentes servicios que presta la misma, optimizando la fibra óptica con el objetivo de tener una red eficiente de gran ancho de banda que permita una conectividad de alta calidad y una mejor interacción para los usuario

Los criterios técnicos que se van a considerar para realizar el diseño de la red son:

- Topología a emplearse en el diseño.
- Determinación del tipo de red a utilizarse.
- Tipo de fibra óptica y cableado a utilizarse.
- Determinación de ancho de banda.
- Cableado vertical de la red
- Elementos que conforman el enlace

### 3.2.3 Topología a emplearse en el diseño

La topología para el diseño de la red que se utiliza en el presente proyecto se divide en dos etapas:

La primera etapa utiliza una topología punto – multipunto, que es la arquitectura de red que posee la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) ya que es la empresa que abastecerá del servicio, por ende es el punto de origen de donde parte la red troncal de

fibra óptica y en el transcurso de la misma se puede sacar una red secundaria hacia el edificio matriz de la Universidad Israel.

La segunda etapa utiliza una topología tipo estrella para realizar la distribución de la red en el edificio, desde el tercer piso donde se encuentra el data center hacia todos los pisos del mismo, capaz de abastecer a todos los usuarios de una manera óptima.

### **3.2.4 Determinación del tipo de red a utilizarse**

Debido a que se está manejando tecnología óptica de alto rendimiento es necesario analizar una arquitectura de red FTTx, como ya se explicó anteriormente, existen distintos tipos de topologías, para poder sacarle el máximo provecho a la fibra óptica y brindar un excelente servicio a los usuarios, para el presente proyecto se utiliza una arquitectura FTTH (fiber to the home) ya que es indispensable llegar con un hilo de fibra óptica hasta el equipo final del usuario optimizando la red a implementar y permitiendo brindar alta capacidad de ancho de banda a cada cliente de la red.

### **3.2.5 Tipo de fibra óptica y cableado a utilizarse**

La red óptica troncal/feeder que parte desde la CNT está compuesta por 288 hilos de fibra óptica tipo G652D que viajan de manera subterránea atravesando toda la ciudad, y se puede tomar una trama para la red secundaria la cual llegara con un cable de 12 hilos de fibra óptica tipo G652D de estructura holgada hasta un pozo de CNT ubicado en las afueras del edificio, donde estará un armario de distribución que organizara la fibra que luego será tendida en forma aérea hacia la caja de distribución principal ubicada en el data center del tercer piso del edificio matriz de la Universidad Israel, desde allí se distribuye en una topología tipo estrella con cable de fibra óptica RISER tipo G657A1 que parte desde el tercer piso hacia cada puesto de trabajo llegando con un hilo de fibra óptica hasta los OLT.

### **3.2.6 Determinación de ancho de banda**

Como se mencionó anteriormente manejar equipos de fibra óptica con tecnología GPON permite tener grandes anchos de banda entre los usuarios finales, bajo normativas CNT se establece como norma un ancho de banda mínimo de 32 Mbps, para poder cubrir varios servicios como voz datos y video. Para este diseño de red se calculó el ancho de banda tomando en cuenta el número de usuarios que pertenecen a la red y el número de splitter ópticos de la misma, además se tienen valores fijos de upstream (velocidad de subida) y downstream (velocidad de bajada) que proporciona la misma tecnología GPON. A continuación se presenta el cálculo de ancho de banda.

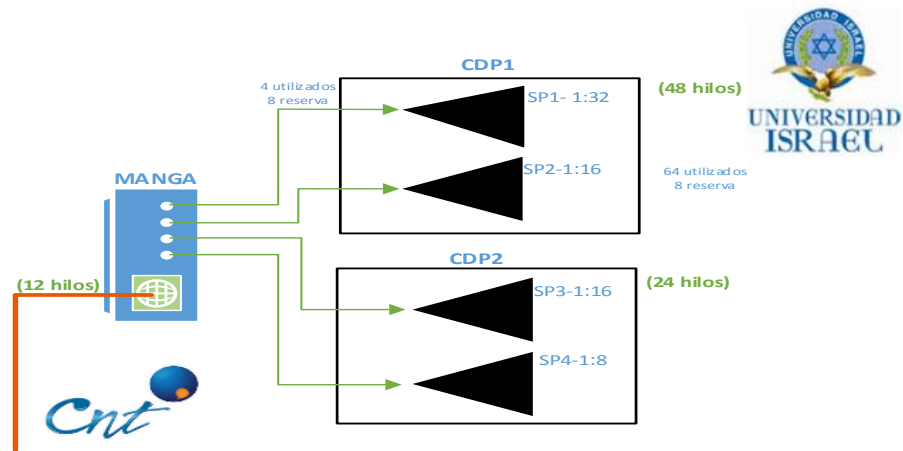


Fig. 3.9 Distribución de splitters en el edificio de la UISRAEL.

Fuente: Investigador

Datos de la tecnología GPON: Upstream=2500 Mb y Downstream=1000Mb

**Ancho de banda para los usuarios conectados al SP1:**

$$AB = \frac{upstream}{\#de hilos de fibra}$$

$$AB = \frac{2500Mb}{32} = 78.12Mb$$

El ancho de banda de este splitter se redondea a **50 Mb** por cada hilo de fibra para satisfacer óptimamente las necesidades de voz, datos y video.

**Ancho de banda para los usuarios conectados al SP2 y SP3:**

$$AB = \frac{upstream}{\#de hilos de fibra}$$

$$AB = \frac{2500Mb}{16} = 156.25Mb$$

El ancho de banda de este splitter se redondea a **100 Mb** por cada hilo de fibra para satisfacer óptimamente las necesidades de voz, datos y video.

**Ancho de banda para los usuarios conectados al SP4:**

$$AB = \frac{upstream}{\#de hilos de fibra}$$

$$AB = \frac{2500Mb}{8} = 312.5Mb$$

El ancho de banda de este splitter se redondea a **250 Mb** por cada hilo de fibra para satisfacer óptimamente las necesidades de voz, datos y video.



### 3.2.7 Diseño vertical de la red GPON de la UISRAEL

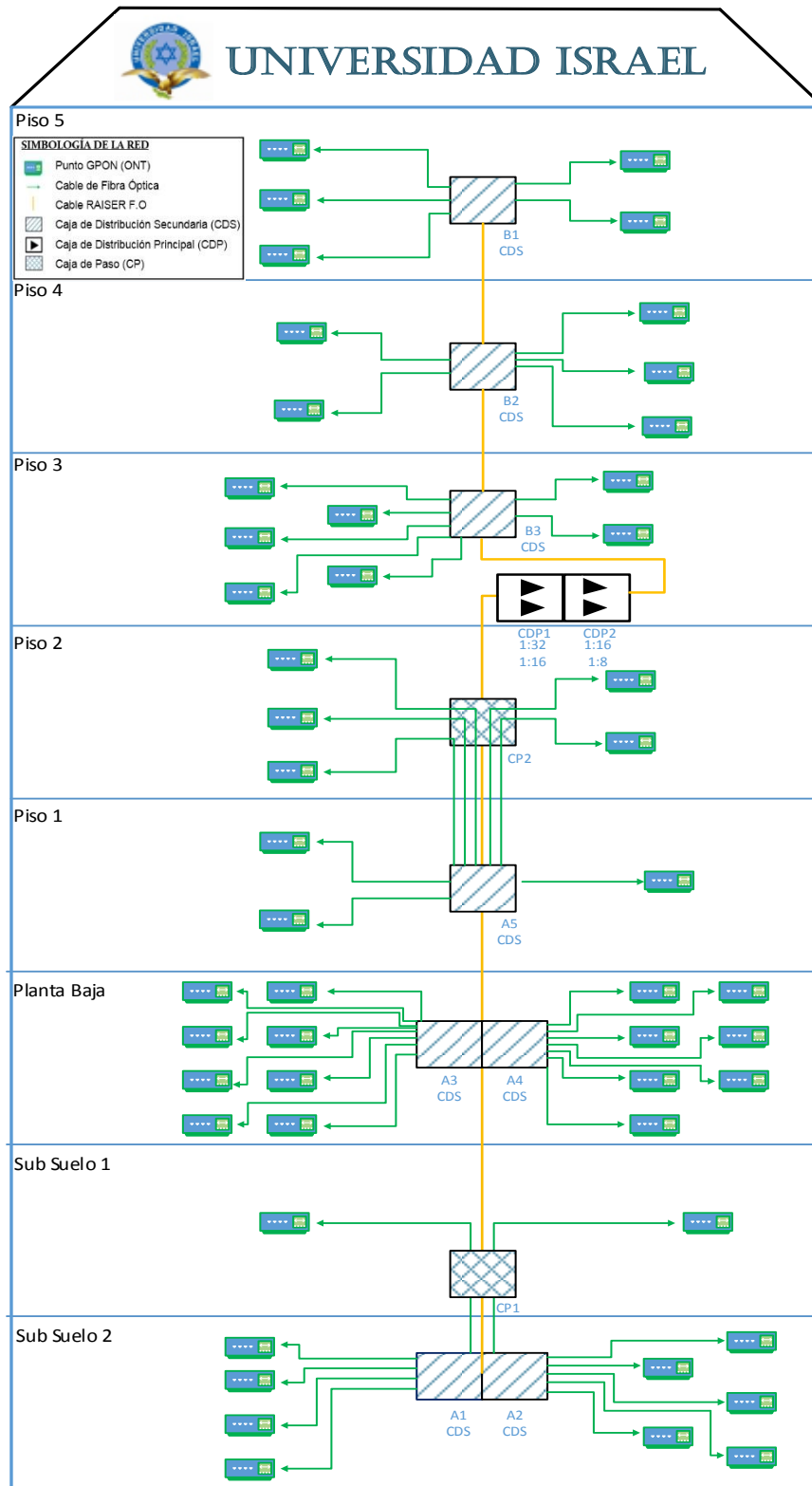


Fig. 3.10 Diseño vertical de la red GPON del edificio matriz de la UISRAEL.

Fuente: Investigador

## Descripción del edificio matriz de la Universidad Israel

Sector: Mariscal Sucre

Dirección: Mareta de Veintimilla y Francisco Pizarro

Número de Usuarios: 74 (puestos fijos de trabajo)

Número de Pisos: 8 pisos (incluyendo 2 subsuelos)

Se va a utilizar fibra raiser de 48 y 24 hilos dejando una reserva respectiva de 8 hilos por cualquier inconveniente, el cable raiser de 48 se distribuye desde el tercer piso hacia las plantas inferiores (B2, B1, PB, P1, P2) y el cable raiser de 24 hilos se distribuye desde el tercer piso hacia las plantas superiores (P3, P4, P5). Además se dispone de 2 cajas de distribución principal que contienen 2 splitter cada uno y están ubicadas en el tercer piso de la Universidad, 8 cajas de distribución secundarias ubicadas en los diferentes pisos, 2 cajas de paso y 51 ONT distribuidos equitativamente según el área de trabajo.

Caja CDP1: contiene dos splitter de 1:32 y 1:16

Hilos activos: 44

Reserva: 4

Caja CDP2: contiene dos splitter de 1:16 y 1:8

Hilos activos: 20

Reserva: 4

Tipo de Fibra	N° de Hilos	Observaciones
G652D	12	Fibra que ingresa al edificio
RAISER 1 G657A1	48	Fibra para la distribución de pisos inferiores
RAISER 2 G657A1	24	Fibra para la distribución de pisos superiores

Tabla 3.2 Tipos de fibra utilizada en el enlace.

Fuente: Investigador

Por medio de esta distribución se cumple con la demanda de usuarios que presenta el edificio matriz de la Universidad Israel, además de poseer reserva de hilos de fibra óptica en caso de algún altercado.

### 3.2.8 Planos técnicos de la red GPON diseñada

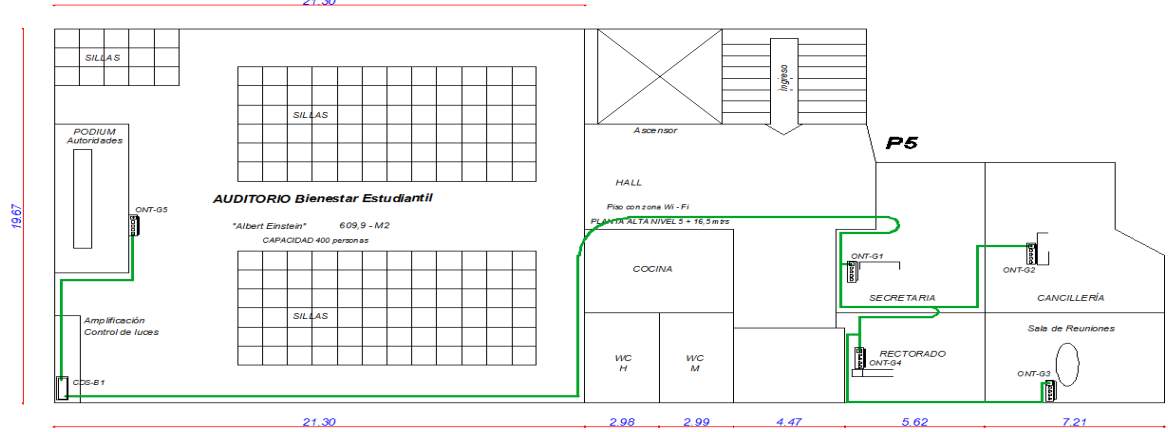


Fig. 3.11 Diseño de la red óptica del Quinto Piso.

Fuente: Investigador

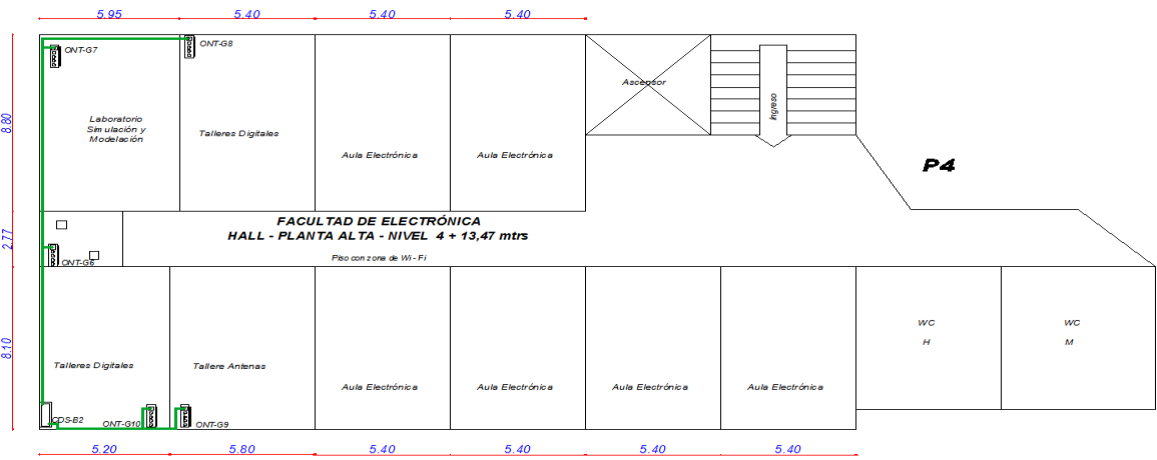


Fig. 3.12 Diseño de la red óptica del Cuarto Piso.

Fuente: Investigador

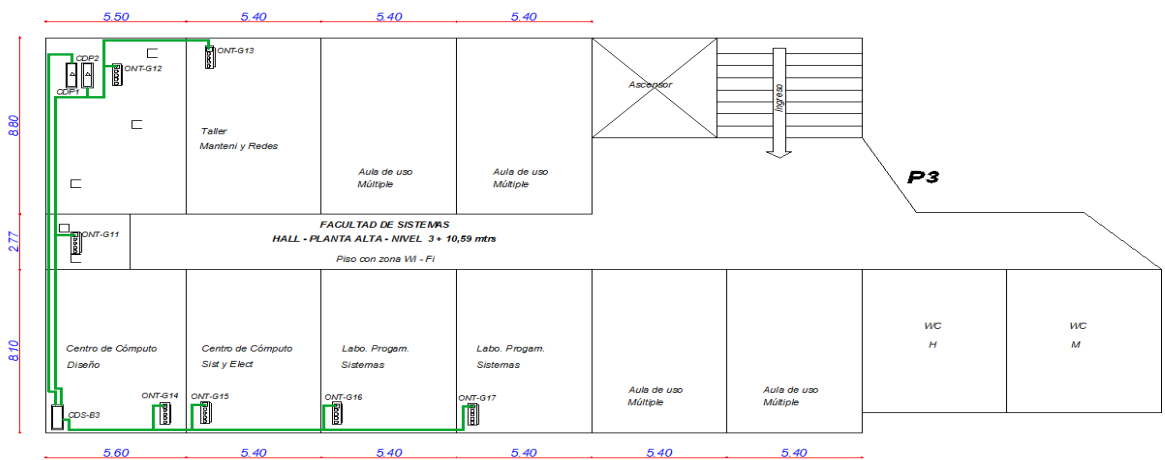


Fig. 3.13 Diseño de la red óptica del Tercer Piso.

Fuente: Investigador

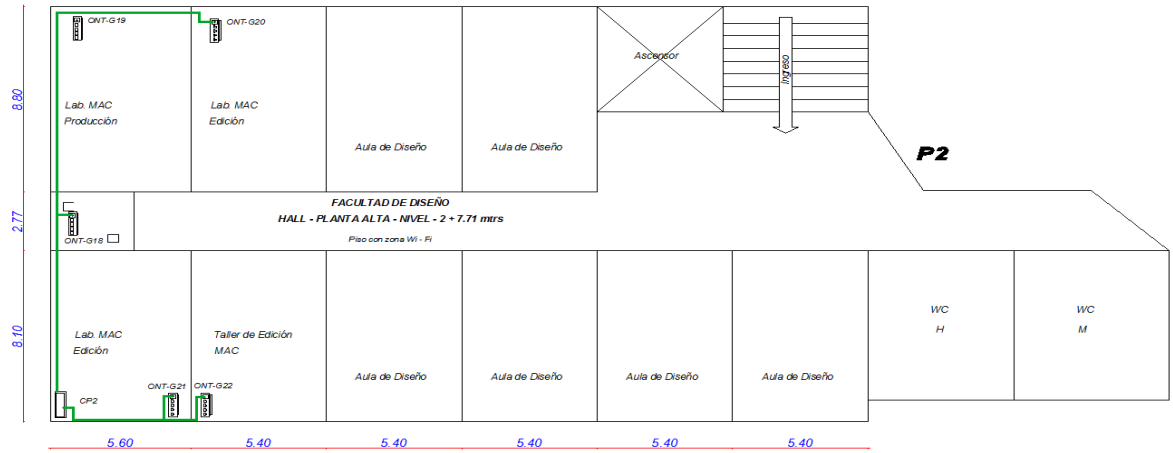


Fig. 3.14 Diseño de la red óptica del Segundo Piso.

Fuente: Investigador

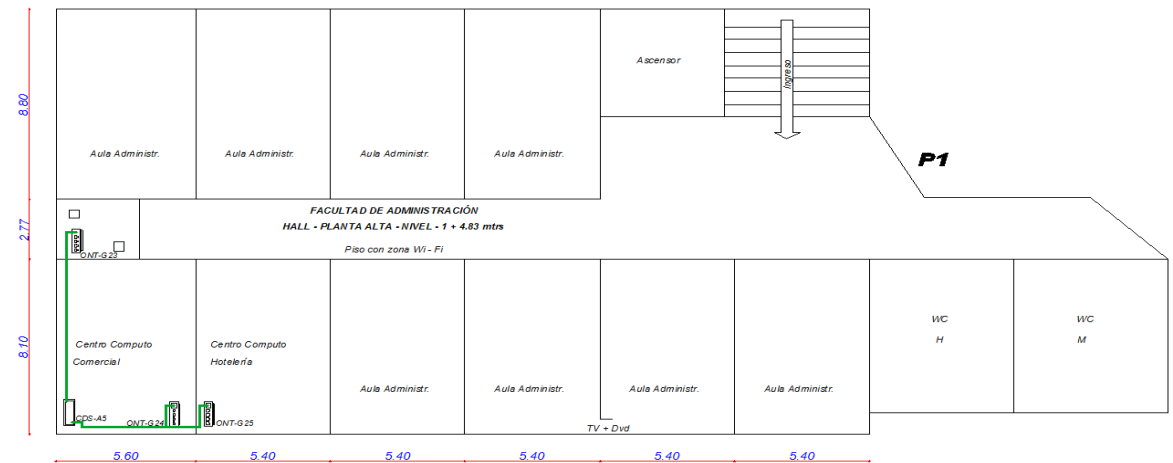


Fig. 3.15 Diseño de la red óptica del Primer Piso.

Fuente: Investigador

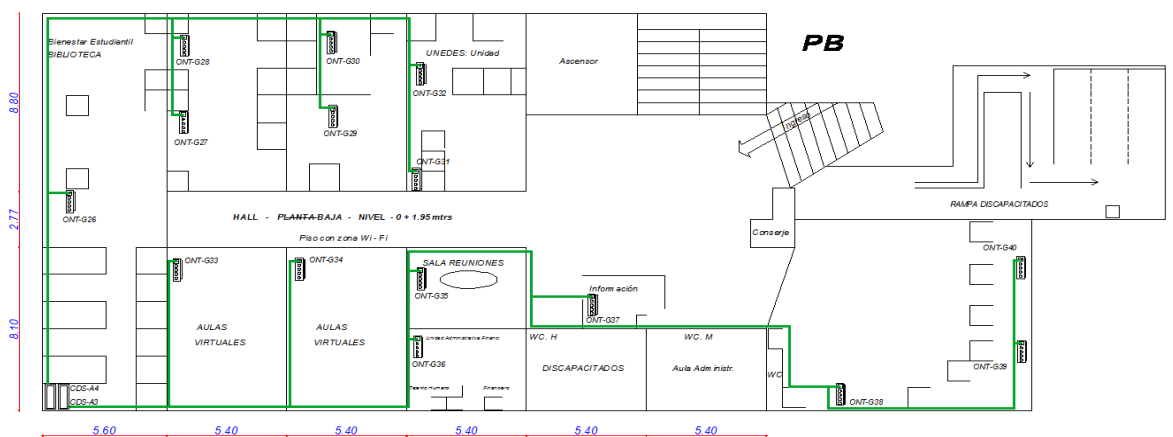


Fig. 3.16 Diseño de la red óptica de la Planta Baja.

Fuente: Investigador

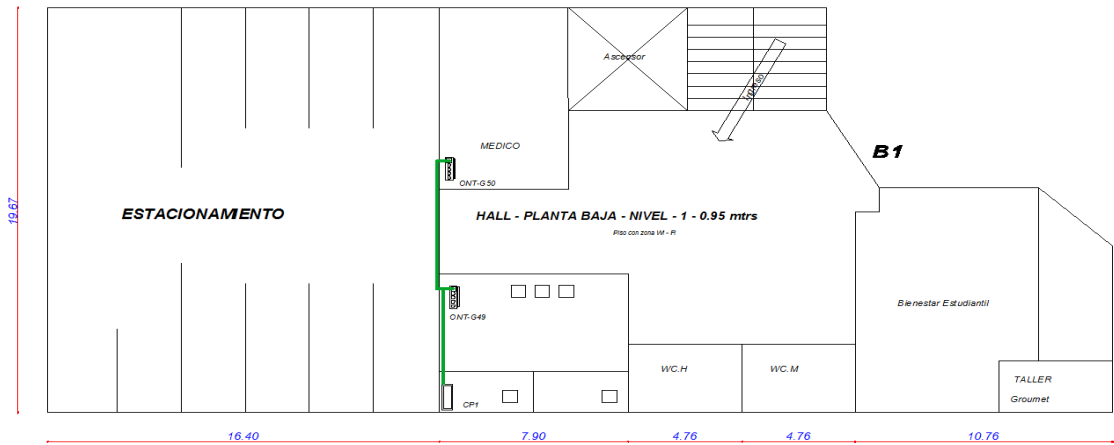


Fig. 3.17 Diseño de la red óptica del Subsuelo 1.

Fuente: Investigador

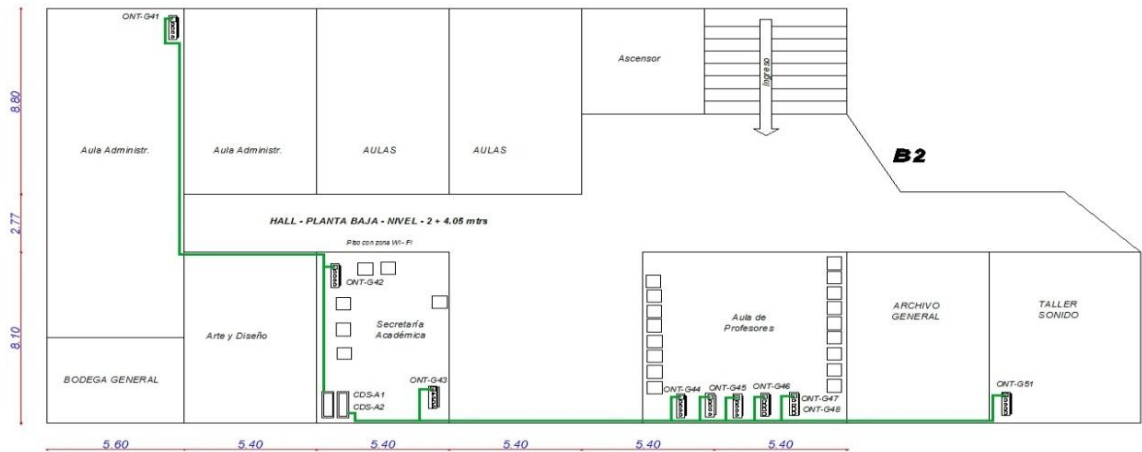


Fig. 3.18 Diseño de la red óptica del Subsuelo 2.

Fuente: Investigador

Piso	Puestos de trabajo	Laboratorios, Talleres, Auditorio, Cine, S. de Reuniones, A. Virtuales	Total de puntos GPON por pisos
Subsuelo 2	23	2	9
Subsuelo 1	5	0	2
Planta Baja	32	3	15
Primer Piso	2	2	3
Segundo Piso	2	4	5
Tercer Piso	5	5	7
Cuarto Piso	2	4	5
Quinto Piso	3	2	5
<b>Total de puntos GPON en el edificio</b>			<b>51</b>

Tabla 3.3 Puntos GPON - Edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel.

Fuente: Investigador

### 3.2.9 Análisis del costo del proyecto

#### Cálculo del presupuesto referencial de la red óptica propuesta

Tomando en cuenta la cantidad de equipos y materiales que serán utilizados en la implementación de la red GPON de la Universidad Israel, se presenta a continuación un presupuesto referencial del proyecto.

Los costos de los materiales se los tomo en base a los precios estimados por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT).

<b>VOLUMENES DE OBRA</b>				
<b>RED DE DISTRIBUCION INTERNA EDIFICIO MATRIZ UISRAEL</b>				
<b>UNIDAD DE PLANTA</b>	<b>U</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	
			<b>AD</b>	<b>UNITARIO</b>
Caja metálica (30x30x10)cm	U	10,00	\$ 49,58	\$ 495,80
Caja metálica (60x40x15)cm	U	1,00	\$ 111,50	\$ 111,50
Caja metálica (75x60x15)cm	U	1,00	\$ 176,26	\$ 176,26
Diseño cliente gpon/ftth distribución	Cliente	64,00	\$ 9,48	\$ 606,72
Fusión de 1 hilo de fibra óptica	U	120,00	\$ 8,32	\$ 998,40
Fusion de hilo de fibra optica con pigtail	U	51,00	\$ 14,59	\$ 744,09
Porta reservas fibra óptica pozo	U	2,00	\$ 12,45	\$ 24,90
Instalacion y suministro de manguera corrugada de 1"	M	3,00	\$ 2,45	\$ 7,35
Preparacion de punta de cable de fibra optica y sujecion de cables de 144 a 288 hilos	U	12,00	\$ 9,72	\$ 116,64
Preparacion de punta de cable de fibra optica y sujecion de cables de 6 - 96 hilos	U	12,00	\$ 7,06	\$ 84,72
Prueba de potencia de 1 hilo de fibra óptica gpon	HILO	51,00	\$ 7,69	\$ 392,19
Prueba reflectométrica uni direccional por fibra en una ventana gpon + traza reflectometrica	HILO	51,00	\$ 7,95	\$ 405,45
Sangrado de buffer fibra optica	U	1,00	\$ 16,77	\$ 16,77
Sangrado de cable fibra optica subterraneo de 144-288	U	1,00	\$ 17,12	\$ 17,12
Suministro y colocación de caja de distribución principal en edificio 24 puertos sc/apc	U	1,00	\$ 972,43	\$ 972,43
Suministro y colocación de caja de distribución principal en edificio 48 puertos sc/apc	U	1,00	\$ 1.274,15	\$ 1.274,15
Suministro y colocación de caja terminal exterior 4 puertos sc/apc	U	10,00	\$ 105,73	\$ 1.057,30

Suministro y colocación de conector mecánico sc/apc en campo	U	51,00	\$ 11,45	\$ 583,95
Suministro y colocación de identificador acrílico de fibra óptica 8 cm x 4 cm	U	2,00	\$ 4,93	\$ 9,86
Suministro y colocación de manga aérea para fusión de 96 fo, tipo domo (apertura y cierre)	U	1,00	\$ 389,15	\$ 389,15
Suministro y colocación splitter plc (1x16) conectorizado	U	2,00	\$ 240,01	\$ 480,02
Suministro y colocación splitter plc (1x32) conectorizado	U	1,00	\$ 747,45	\$ 747,45
Suministro y colocación splitter plc (1x8) conectorizado	U	1,00	\$ 134,99	\$ 134,99
Suministro y tendido de cable canalizado 12 fibras ópticas monomodo g652.d	m	20,00	\$ 2,36	\$ 47,20
Suministro y tendido de cable multimodo para interiores de 2 fibras ópticas om3	m	3000,00	\$ 8,16	\$ 24.480,00
Suministro y tendido de cable riser 24 hilos fibras ópticas g.657a1	m	20,00	\$ 4,63	\$ 92,60
Suministro y tendido de cable riser 48 hilos fibras ópticas g.657a1	m	30,00	\$ 8,47	\$ 254,10
			<b>TOTAL</b>	\$ 34.721,11

Tabla 3.4 Presupuesto referencial Red Óptica de la Universidad Tecnológica Israel

Fuente: Investigador-CNT

### 3.2.10 Pérdidas en la Red

#### Modelo masivo conectorizado para los usuarios de la red

El siguiente diagrama representa el esquema conectorizado de la OLT hasta la ONT, este esquema servirá para poder realizar el cálculo de pérdidas por usuario en la red, además este diagrama se repetirá para todos los usuarios teniendo una variación de distancias desde la CDS hasta los equipos finales de los usuarios que serían las ONT.

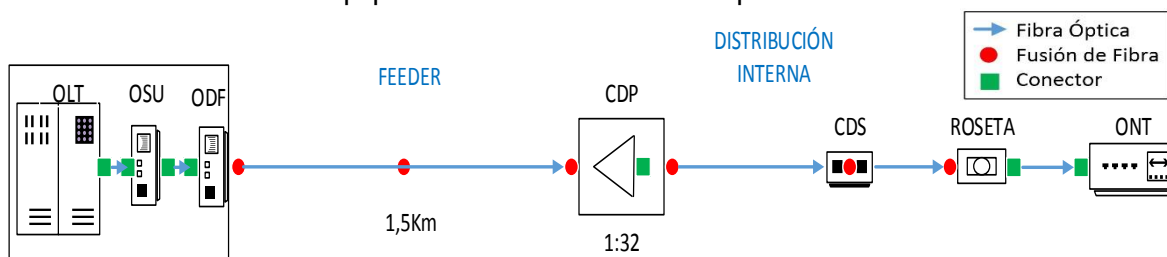


Fig. 3.19 Modelo masivo conectorizado de la red (OLT-ONT)

Fuente: Investigador

La red principal de fibra óptica de la CNT se denomina red FEEDER y está distribuida desde el edificio de la CNT La Mariscal hasta la Universidad Tecnológica Israel, en el transcurso de este recorrido hay de 1,57Km a 2 Km de distancia, la misma que sirve para poder realizar el cálculo de pérdidas en dB de los usuarios que forman parte de esta red.

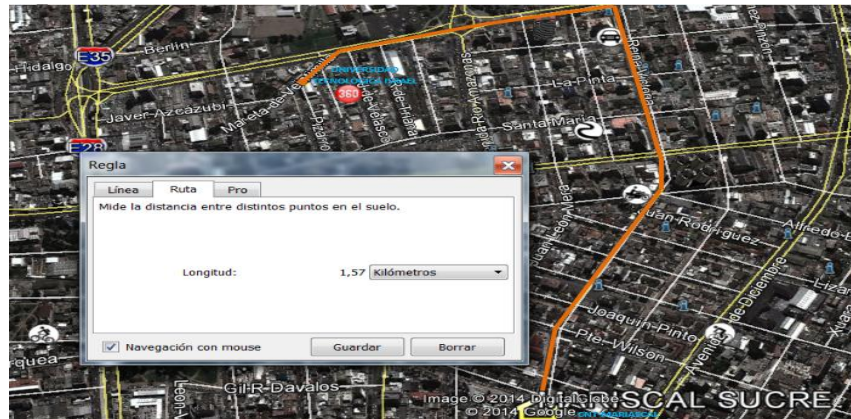


Fig. 3.20 Recorrido Red Feeder CNT-UISRAEL

Fuente: Investigador- Cortesía de Google Earth

### Cálculo de pérdidas

Según estándares internacionales planteados por la ITU-T las pérdidas por usuario de la red de fibra óptica GPON no debe sobre pasar los 25 dB, es por eso que se toma en cuenta la perdida por conectores, por fusiones y por distancias que conformen la red. En las tablas siguientes se muestran las pérdidas que existen para los casos más extremos de la red, es decir los usuarios más alejados de las cajas de distribución principal.

PLANTILLA PARA PRESUPUESTO ÓPTICO CNT EP			
Elementos de la Red de Fibra Óptica	Cantidad	Perdida de elemento Típica (dB)	Total Perdida (dB)
Connectors (mated) ITU671=0.5dB	7	0,50	3,50
Fusion splices ITU751=0.1db average	6	0,10	0,60
Splitters	1x8	10,50	0,00
	1x16	14,00	0,00
	1x32	17,50	17,50
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	2,56	0,35
	1490nm		0,30
	1550nm		0,25
<b>Total (dB)</b>			<b>22,50</b>

Tabla 3.6 Perdidas para usuario más lejano conectado al Splitter 1:32

Fuente: Investigador - Cortesía de CNT

En la tabla 3.4 se muestran las pérdidas para el caso más extremo que sería el usuario más alejado con una distancia de 2,56 Km. Dese la OLT ubicada en la CNT hasta la ONT ubicada en el puesto de trabajo del usuario más alejado. Para las pérdidas se toma en



cuenta que se tiene 7 conectores y 6 fusiones de fibra durante toda la trayectoria de la red, además se toma la longitud de onda de 1310nm para poder calcular las pérdidas totales. Como el usuario más alejado conectado al Splitter de 1:32 tiene 22,50 dB de pérdidas eso quiere decir que el resto de usuarios tendrán valores menores a este, cumpliendo así con el estándar de no sobrepasar los 25 dB de pérdidas por usuario perteneciente a la red GPON de la Universidad Tecnológica Israel.

<b>PLANTILLA PARA PRESUPUESTO ÓPTICO CNT EP</b>			
<b>Elementos de la Red de Fibra Óptica</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Perdida de elemento Típica (dB)</b>	<b>Total Perdida (dB)</b>
Connectors (mated) ITU671=0.5dB	7	0,50	3,50
Fusion splices ITU751=0.1db average	6	0,10	0,60
Splitters	1x8		10,50
	1x16	1	14,00
	1x32		17,50
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	2,3	0,35
	1490nm		0,30
	1550nm		0,25
<b>Total (dB)</b>			<b>18,91</b>

Tabla 3.7 Pérdidas para usuario más lejano conectado al Splitter 1:16

Fuente: Investigador - Cortesía de CNT

En la tabla 3.5 se muestran las pérdidas para el caso más extremo que sería el usuario más alejado con una distancia de 2,30 Km. Dese la OLT ubicada en la CNT hasta la ONT ubicada en el puesto de trabajo del usuario más alejado conectado al Splitter de 1:16. Para las pérdidas se toma en cuenta que se tiene 7 conectores y 6 fusiones de fibra durante toda la trayectoria de la red, además se toma la longitud de onda de 1310nm para poder calcular las pérdidas totales.

<b>PLANTILLA PARA PRESUPUESTO ÓPTICO CNT EP</b>			
<b>Elementos de la Red de Fibra Óptica</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Perdida de elemento Típica (dB)</b>	<b>Total Perdida (dB)</b>
Connectors (mated) ITU671=0.5dB	7	0,50	3,50
Fusion splices ITU751=0.1db average	6	0,10	0,60
Splitters	1x8	1	10,50
	1x16		14,00
	1x32		17,50
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	2,55	0,35
	1490nm		0,30
	1550nm		0,25
<b>Total (dB)</b>			<b>15,49</b>

Tabla 3.8 Pérdidas para usuario más lejano conectado al Splitter 1:8

Fuente: Investigador - Cortesía de CNT

En la tabla 3.6 se muestran las pérdidas para el caso más extremo que sería el usuario más alejado con una distancia de 2,55 Km. Desde la OLT ubicada en la CNT hasta la ONT ubicada en el puesto de trabajo del usuario más alejado conectado al Splitter de 1:8. Para las pérdidas se toma en cuenta que se tiene 7 conectores y 6 fusiones de fibra durante toda la trayectoria de la red, además se toma la longitud de onda de 1310nm para poder calcular las pérdidas totales.

### **3.2.11 Elementos que conforman el enlace**

- OLT
- ODF
- Splitter
- Roseta Óptica
- ONT
- Conectores de Fibra Óptica
- Patch Cord de Fibra
- Caja de Distribución Principal
- Caja de Distribución Secundaria
- Caja de Paso
- Fibra Óptica
- Caja de distribución Subterránea

## **3.3 Implementación de la maqueta técnica de medición y pruebas**

### **3.3.1 Materiales a utilizar en la implementación de la maqueta**

Para realizar la maqueta de medición y pruebas de la red del edificio matriz de la Universidad Israel es necesario utilizar varios materiales que se describe a continuación:

- Cable de Fibra Óptica
- Splitters
- Acrílico
- Bobinas de Lanzamiento
- Adaptadores SC/APC

### **3.3.2 Procedimiento de ensamblaje y armado**

Para la elaboración de la maqueta técnica de medición y pruebas se procedió a tomar las distancias referenciales de todos los usuarios que están conectados a la misma, ya que realizando un diseño a escala de la red GPON del edificio matriz de la Universidad Israel se permite apreciar los puntos más alejados y más cercanos a las cajas de distribución principal y que servirá para obtener datos esenciales para la elaboración de la maqueta como la cantidad de fibra a utilizarse, cantidad de conectores SC/APC y otros materiales que contiene la maqueta y se detalla en una tabla referencial de distancias de los puntos GPON en la red que se encuentra en el anexo 3 .

Es así que se procedió armar la maqueta, teniendo en cuenta todos los factores que influyen en la construcción de la misma. A continuación se presentan las diferentes imágenes de la elaboración de la maqueta de medición y pruebas.

Cabe recalcar que al utilizar tecnología GPON y en sí fibra óptica se manejan materiales de medición un poco costosos es por eso que se alquiló los equipos para realizar las mediciones de la red, no obstante manejar tecnología GPON representa costos económicos en su implementación a comparación de otras tecnologías con costos elevados y es por eso que en la elaboración de la maqueta explicativa se realizó un gasto considerable que se ve reflejado en el alquiler de equipos.



Fig 3.21 Materiales a utilizarse en la elaboración de la maqueta

Fuente: Investigador

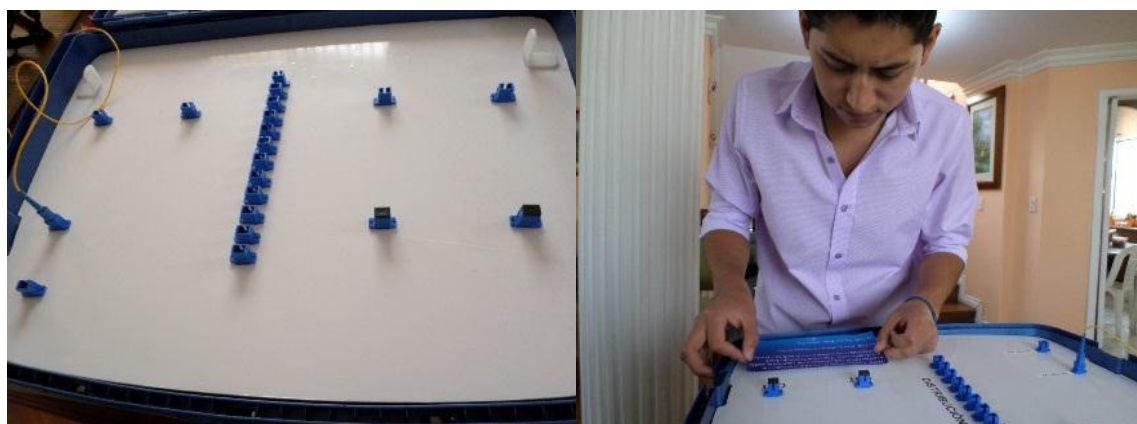


Fig 3.22 Montaje de materiales de la maqueta

Fuente: Investigador



Fig 3.23 Montaje final de la maqueta técnica

Fuente: Investigador

### 3.4 Validación de la maqueta técnica de medición y pruebas

Se realizó varias pruebas de la maqueta técnica utilizando aparatos de medición como el OTDR PON el cual sirve para obtener: la traza de la red, las pérdidas de la red, las pérdidas de retorno óptico (ORL) y la distancia de la red desde la OLT a las ONT'S en las longitudes de onda de 1550 nm y 1310 nm. A continuación se presentan las imágenes que detallan las mediciones realizadas y los reportes obtenidos por el OTDR PON en dos diferentes longitudes de onda. Además se realizó 10 pruebas simultáneas para comprobar el correcto funcionamiento de la maqueta técnica obteniendo resultados parecidos en la medición de pérdidas y en las pérdidas de retorno óptico (ORL), el resto de reportes obtenidos se encuentran en el anexo 5



Fig 3.24 Pruebas de funcionamiento de la maqueta técnica

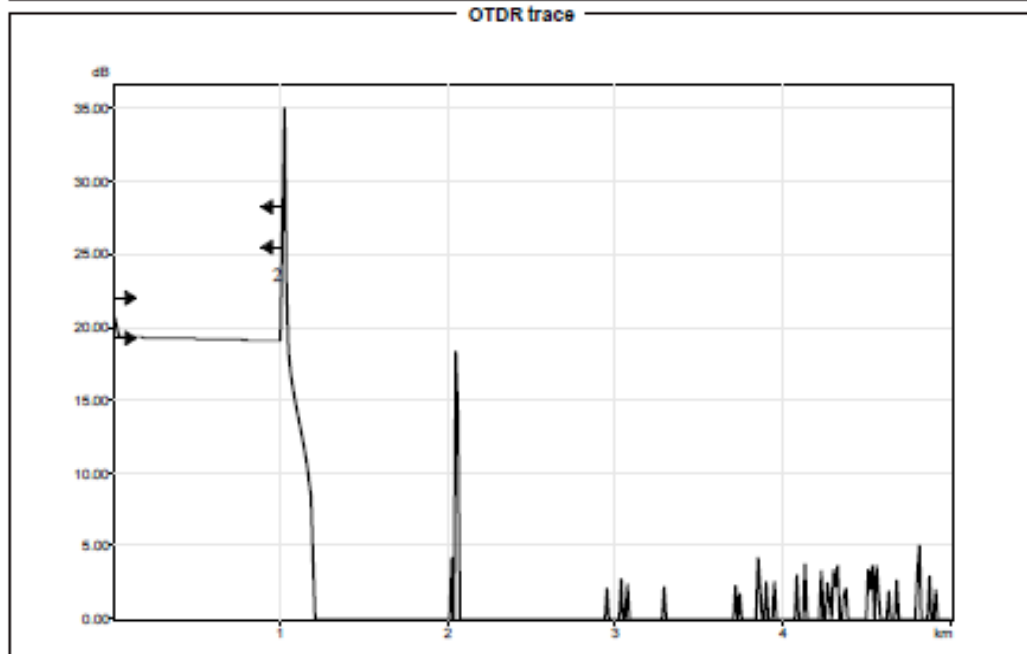
Fuente: Investigador

## OTDR report

Job Info			
Job ID	: PRUEBAS MAQUETA	Reason	:
Contractor	: BAYARDO GUANOTASIG	Operator A	: B.G
Customer	: U.ISRAEL	Operator B	: B.G.
Test date	: 09/08/2014 (14:02:49 GMT-5:00)	File	: FIBER326.TRC

Cable Info			
Fiber ID	: 326	Cable ID	: G652D
Location A	: PRUEBAS	Location B	: PRUEBAS
Cable mtr.	:	Type	:
Subset ID	:	Color ID	:

Link measurements			
Span loss	: 0.327 dB	Avg. splice loss	: ---
Span length	: 1.0037 km	Max. splice loss	: ---
Average loss	: 0.326 dB/km	Span ORL	: <-22.72 dB



## OTDR report

Events table						
No.	Loc. (km)	Event type	Loss (dB)	Ref. (dB)	Att. (dB/km)	Cumul. (dB)
1	0.0000	Launch Level	---	-58.4		0.000
		Fiber Section (1.0037 km)	0.327		0.326	0.327
2	1.0037	Reflective Event	---	>-22.5		0.327
		Fiber Section (1.0325 km)	0.258		0.250	---
	2.0362	Reflective Event	---	-26.6		---

Marker info			
A	: 2.0008 km, 0.000 dB	B	: 3.0013 km, 0.000 dB
a	: 1.0002 km, 19.043 dB	b	: 4.0019 km, 0.000 dB
A to B distance	: 1.0006 km, 0.000 dB	A to B ORL	:
3-pt. reflectance	: -----	A to B LSA att.	: 1.713 dB/km
4-pt. Ev. loss	: 9.149 dB		

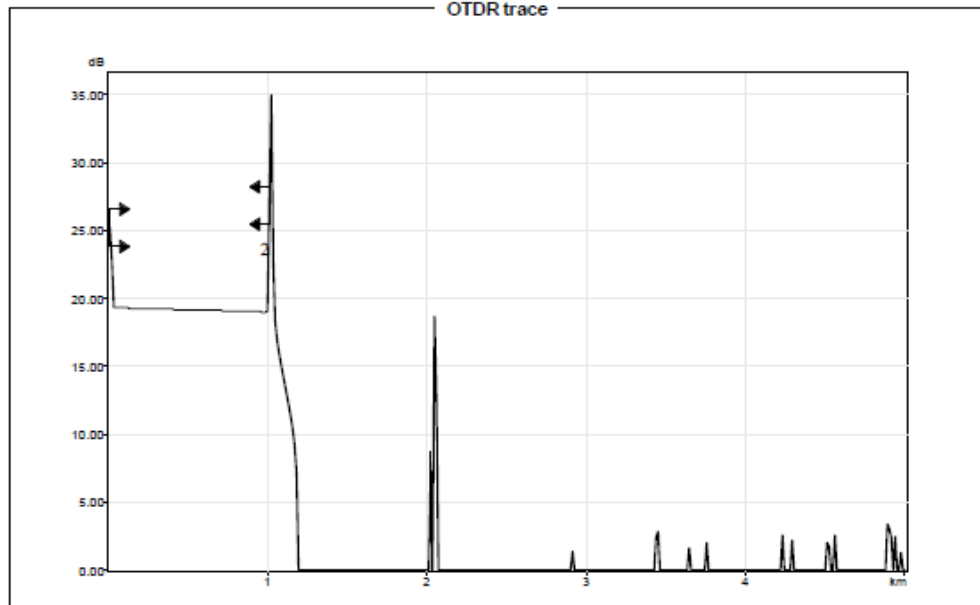
Test and cable setup			
Wavelength	: 1310 nm (SM-9um)	Acq. time	: 10 s
Filename	: FIBER326.TRC	Pulse width	: 100 ns
Hardware	: AXS-100-023B-EI-04B-EI-PM2X-VFL	Helix factor	: 0.00 %
Serial number	: 516768	Splice loss threshold	: 0.050 dB
Software	: N/A	Reflectance threshold	: -72.0 dB
Range	: 5.0000 km	End-of-fiber threshold	: 5.000 dB
IOR	: 1.467700		
RBS	: -79.44		

Fig 3.25 Reporte de medición del OTDR en una longitud de onda de 1310 nm

Fuente: Investigador - OTDR

## OTDR report

<b>Job info</b>	
Job ID : PRUEBAS MAQUETA	Reason : ---
Contractor : BAYARDO GUANOTASIG	Operator A : B.G
Customer : U. ISRAEL	Operator B : B.G
Test date : 08/08/2014 (14:08:14 GMT-5:00)	File : FIBER327.TRC
<b>Cable info</b>	
Fiber ID : 327	Cable ID : G652D
Location A : MAQUETA	Location B : MAQUETA
Cable mfr. :	Type :
Subset ID :	Color ID :
<b>Link measurements</b>	
Span loss : 0.320 dB	Avg. splice loss : ---
Span length : 1.0037 km	Max. splice loss : ---
Average loss : 0.318 dB/km	Span ORL : <22.65 dB



## OTDR report

Events table						
No.	Loc. (km)	Event type	Loss (dB)	Refl. (dB)	Att. (dB/km)	Cumul. (dB)
1	0.0000	Launch Level	---	-50.7	0.197	0.000
2	1.0040	Fiber Section (1.0040 km)	0.198	---	---	0.198
		Reflective Event	---	>-26.6	---	0.198
	2.0149	Fiber Section (1.0110 km)	0.326	---	0.323	---
		Echo	---	-51.6	---	---
	2.0363	Fiber Section (0.0214 km)	0.032	---	1.500	---
		Reflective Event	---	-24.7	---	---

Marker info	
A : 2.0009 km, 0.000 dB	B : 3.0013 km, 0.000 dB
a : 1.0001 km, 19.902 dB	b : 4.0018 km, 0.000 dB
A to B distance : 1.0004 km, 0.000 dB	A to B ORL : *****
3-pt. reflectance : *****	A to B LSA att. : 2.797 dB/km
4-pt. Ev. loss : 13.066 dB	

Test and cable setup	
Wavelength : 1550 nm (SM-9µm)	Acq. time : 10 s
Filename : FIBER327.TRC	Pulse width : 100 ns
Hardware : AXS-100-023B-EI-04B-EI-PM2X-VFL	Helix factor : 0.00 %
Serial number : 516788	Splice loss threshold : 0.050 dB
Software : N/A	Reflectance threshold : -72.0 dB
Range : 5.0000 km	End-of-fiber threshold : 5.000 dB
IOR : 1.468325	
RBS : -81.87	

Fig 3.25 Reporte de medición del OTDR en una longitud de onda de 1550 nm

Fuente Investigador – OTDR

### 3.5 Análisis de resultados

Realizando las mediciones correspondientes utilizando el OTDR-PON se pudo evidenciar los valores de pérdidas de la muestra de la red presentada en la maqueta, los valores de pérdidas, las pérdidas de retorno y las distancias de la red se encuentran dentro de los estándares de redes GPON, es así que la maqueta técnica de medición y pruebas se encuentra funcionando correctamente. Parte del reporte de los resultados que emite el OTDR-PON se encuentra en el anexo 5. Se realizó las pruebas con dos diferentes longitudes de onda para comprobar el funcionamiento en los casos más extremos y en condiciones normales de la red, dando como resultado valores aceptables en redes GPON.

#### 3.5.1 Análisis de capex y opex de la red GPON para la Universidad Tecnológica Israel

**Capex:** Un análisis de capex representa el costo de la implementación al realizar un proyecto, en este caso se realizó el diseño de la red de fibra óptica utilizando tecnología GPON, para ello se procedió a recolectar datos económicos del de los diferentes materiales que deberán formar parte de la red.

Según la tabla 3.4 se puede observar el listado detallado de los elementos a utilizarse en esta red y los costos de cada uno, esto refleja un presupuesto referencial de la implementación del proyecto, es decir nuestro capex. El presupuesto total puede variar dependiendo de los proveedores que proporcionen los elementos para implementar la red, en este caso se tomó como referencia los valores de los materiales establecidos por la CNT.

**Opex:** Un análisis de opex representa el costo de mantenimiento de un proyecto, en el caso de la red de fibra óptica utilizando tecnología GPON para el edificio matriz de la Universidad UISRAEL, no se va a tener un análisis de opex ya que la red propuesta es una red nueva, además se podría hacer un mantenimiento preventivo anual y un mantenimiento correctivo después de 10 años según estándares, ya que los equipos ópticos tienen más tiempo de vida útil que los equipos comunes de redes ADSL que tienen un tiempo de vida útil de 5 a 7 años, a no ser que se presente algún caso fortuito en la red GPON que ocasione la inoperancia de dicha red se debería solicitar el respectivo mantenimiento inmediato.

### 3.5.2 Matriz FODA del proyecto

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar los servicios para el usuario.</li> <li>• Red más segura y confiable.</li> <li>• Gran ancho de banda con capacidades de Gbps.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los usuarios pueden conocer y manejar nueva tecnología.</li> <li>• Capacitación constante al personal.</li> <li>• Se puede acoplar hacia nuevas tecnologías x-PON.</li> </ul>
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aún no está disponible en algunos sectores del país.</li> <li>• Costos de equipos activos elevados.</li> <li>• Costo de mantenimiento elevado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevas tecnologías a menor costo.</li> <li>• Fallas de la red por situaciones ambientales extremas.</li> <li>• Poco personal capacitado para dar mantenimiento a este tipo de redes.</li> </ul>

Tabla 3.9 Matriz FODA del proyecto.

Fuente: Investigador



## CONCLUSIONES

- Se pudo estudiar los componentes activos y pasivos que intervienen en una Red GPON y sus respectivos estándares a nivel internacional, al ser esta una tecnología no tan nueva pero que recién está implementándose en el país la recopilación de información en diferentes fuentes y los criterios de expertos fueron factores indispensables en la realización de este proyecto además de realizar un análisis entre diferentes topologías FTTX bajo la tecnología GPON que permitió seleccionar la mejor opción utilizando una topología FTTH llegando con un hilo de fibra óptica hasta el equipo de usuario final obteniendo así una comunicación óptima para el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel.
- Al utilizar la tecnología GPON en este proyecto se vio reflejado varias ventajas y beneficios que presenta la fibra óptica ya que es la más efectiva permitiendo cubrir los servicios de voz datos y video sin ningún inconveniente para poder llegar a brindar el servicio a la mayor cantidad de usuarios y satisfacer sus necesidades de una conexión de alta velocidad.
- Se diseñó una red GPON para la Universidad Israel adquiriendo varios datos del edificio como puestos de trabajo, número de usuarios, número de aulas, número de laboratorios y realizando un levantamiento planimétrico de todo el edificio, capaz de proporcionar una gran conectividad de alta velocidad y prestar una variedad de servicios para el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel.
- Implementando la maqueta de medición con sus respectivos componentes y adquiriendo información indispensable para el armado de la misma, se pudo evidenciar una muestra de la red de la Universidad Tecnológica Israel diseñada, también se pudo validar su correcto funcionamiento por medio de la medición de pérdidas en la red al utilizar el equipo de medición OTDR-PON.

## RECOMENDACIONES

- Debido al crecimiento de usuarios de la Universidad Tecnológica Israel, la red de esta institución ha ido presentando inconvenientes en su comunicación es por eso que se considera factible tomar en cuenta este proyecto como una muy buena alternativa de restructuración de red para satisfacer las necesidades de toda la comunidad UISRAEL.
- Se recomienda la implementación de redes de fibra óptica con tecnología GPON debido a su gran ancho de banda, bajo costo en los equipos y seguridad de red ya que por medio de la utilización de esta tecnología se puede brindar servicios de voz datos y video.
- Para realizar el diseño de redes GPON se recomienda analizar el área a donde va a estar dirigido el diseño para poder satisfacer la necesidades de todos los usuarios de la red y tomar muy en cuenta los estándares, topologías y normativas que mejor se acoplen al diseño de red que se esté realizando para sacar el mayor provecho, optimizando la fibra óptica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cianet. (2014). *Cianet*. Obtenido de <http://www.cianet.ind.br/pt/produtos/plc-splitter/>
- Ferdinand, S. (2013). ESPACIOS internos UISRAEL . Quito.
- FibreMex. (2014). *Fibra Óptica*. Obtenido de FibreMex:  
<http://fibremex.com/fibraoptica/index.php?mod=contenido&id=3&t=3>
- Fullcables. (2012). *Fullcables*. Obtenido de <http://fullcables.com/cable-multimodo/89-fibra-optica-mm-50-125-um-6-hilos-interior-exterior-tight-buffer.html>
- Google Maps. (2014). Obtenido de <https://www.google.com/maps/@-0.1973671,-78.491788,192m/data=!3m1!1e3>
- Llorente, A. (2012). *fibraopticahoy*. Obtenido de <http://www.fibraopticahoy.com/latiguillos-monomodo-9125-%C2%B5m/>
- Opfibrecorp. (2010). *FTTH-FTTB*. Obtenido de  
<http://opfibrecorp.com/spanish/info/articulos/fttb.html>
- Prezi. (2014). *Prezi*. Obtenido de <http://prezi.com/2bdiwlrkdf-w/redes-pon-y-hfc/>
- Respuestas, M. (2014). *Acrilico*. Obtenido de Acrilico: <http://www.misrespuestas.com/que-es-el-acrilico.html>
- Sandoval, E. (2014). *Diseño de Redes GPON*. Quito.
- Tayler. (2014). *Splitter de fibra Óptica*. Obtenido de  
<http://www.tayler.com.ar/SPLITTER.pdf>
- Tecnología, F. Ó. (2012). *Mediciones de la fibra óptica; Mediciones en las instalaciones de las redes PON*. Obtenido de Fibra Óptica Ciencia & Tecnología:  
<http://lafibraoptica-peru.com/mediciones-de-la-fibra-optica-en-la-instalacion-de-las-redes-pon/>
- Telecomunicaciones, U. I. (2008). *ITU-T*. Obtenido de <http://www.itu.int/rec/T-REC-G/es>
- Telnet. (2013). *Telnet*. Obtenido de <http://www.telnet-ri.es/productos/cable-fibra-optica-y-componentes-pasivos/bobina-de-lanzamiento>
- Telnet. (2014). *Bobina de lanzamiento*. Obtenido de [http://www.telnet-ri.es/fileadmin/user\\_upload/hojas\\_producto/COP/bobina%20de%20Lanzamiento\\_V2.0\\_ES.pdf](http://www.telnet-ri.es/fileadmin/user_upload/hojas_producto/COP/bobina%20de%20Lanzamiento_V2.0_ES.pdf)
- Yagüe, A. G. (Noviembre de 2012). *ccapitalia.net*. Obtenido de  
<http://www.ccapitalia.net/?p=1189>

# ANEXOS

# **ANEXO 1**

Entrevista, Ing. Edwin Lagos – Director de Recursos Tecnológicos de la Universidad Tecnológica Israel.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA "ISRAEL"



### **ENTREVISTA**

Entrevista realizada al Ing. Edwin Lagos - Director de Recursos Tecnológicos, en el edificio matriz de la Universidad Tecnológica Israel el día miércoles 4 de junio del 2014.

#### **¿Con cuántos puntos de red cuenta la Universidad?**

Se tiene un aproximado de 15 puntos de red por laboratorio y el resto los ocupa el personal administrativo que tiene asignado un puesto de trabajo.

#### **¿Cuántos años de funcionamiento tiene la red de la Universidad?**

Desde que se creó el edificio, es decir unos 15 años.

#### **¿En qué servidores se alberga la base de datos de la institución y cuantos existen?**

La Universidad cuenta con 4 servidores; 2 de Windows que los utiliza el personal administrativo y los estudiantes, los otros 2 son Space se los utiliza para el repositorio digital.

#### **¿Qué tipo de red se tiene en la Universidad?**

LAN tipo estrella categoría 5E.

#### **¿Para el servicio de telefonía, cuenta con una PBX?**

Si pero en el campus norte, en el edificio matriz de la Universidad se cuenta con una central analógica, distribuida con una tarjeta de 3 líneas troncales.

#### **¿Cuál es el proveedor de internet para la Universidad?**

Se tiene dos proveedores del servicio, que son CNT y NEW ACCESS.

#### **¿Cuál es el ancho de banda y la velocidad de la red?**

Se tiene 19MB distribuida por las diferentes redes con puntos de red fijos y 9MB para la red wifi, con una velocidad de 10/100 Mbps.

#### **¿Cómo está distribuida la red inalámbrica de la Universidad?**

Se distribuye en un sistema en cascada con un Access Point por piso.

#### **¿Dónde se encuentra el data center de la universidad y como está distribuido el cableado del edificio?**

Se encuentra en el 3er piso y está distribuida por medio de un Back Bone vertical.

## **ANEXO 2**

Encuestas realizadas a los estudiantes de la  
Universidad Tecnológica Israel.

## **ANEXO 3**

Tabla de distancias referenciales de los puntos GPON  
en el edificio matriz de la Universidad Tecnológica  
Israel.



Distancias Referenciales de la Red GPON del edificio Matriz de la Universidad Israel			
Caja (CDS)	Usuarios	Distancia (CDP-CDS)	Distancia (CDS-ROSETA O.)
<b>B1</b>	G1	10 metros	35 metros
	G2	10 metros	40 metros
	G3	10 metros	45 metros
	G4	10 metros	32 metros
	G5	10 metros	10 metros
<b>B2</b>	G6	7 metros	10 metros
	G7	7 metros	20 metros
	G8	7 metros	26 metros
	G9	7 metros	6 metros
	G10	7 metros	5 metros
<b>B3</b>	G11	3 metros	10 metros
	G12	3 metros	23 metros
	G13	3 metros	27 metros
	G14	3 metros	5 metros
	G15	3 metros	6 metros
	G16	3 metros	12 metros
	G17	3 metros	18 metros
<b>A5</b>	G18	7 metros	13 metros
	G19	7 metros	24 metros
	G20	7 metros	29 metros
	G21	7 metros	8 metros
	G22	7 metros	9 metros
	G23	7 metros	10 metros
	G24	7 metros	5 metros
	G25	7 metros	6 metros
<b>A4</b>	G26	10 metros	11 metros
	G27	10 metros	29 metros
	G28	10 metros	26 metros
	G29	10 metros	36 metros
	G30	10 metros	33 metros
	G31	10 metros	40 metros
	G32	10 metros	37 metros
<b>A3</b>	G33	10 metros	10 metros
	G34	10 metros	15 metros
	G35	10 metros	20 metros
	G36	10 metros	17 metros
	G37	10 metros	34 metros
	G38	10 metros	42 metros
	G39	10 metros	46 metros
	G40	10 metros	50 metros
<b>A2</b>	G41	18 metros	9 metros
	G42	18 metros	15 metros
	G43	18 metros	8 metros
	G44	18 metros	20 metros
<b>A1</b>	G45	18 metros	5 metros
	G46	18 metros	13 metros
	G47	18 metros	14 metros
	G48	18 metros	15 metros
	G49	18 metros	16 metros
	G50	18 metros	17 metros
	G51	18 metros	26 metros

Tabla de distancias referenciales de puntos GPON en la red.  
Fuente: Investigador

# **ANEXO 4**

Normativa ITU-T G.984 redes GPON por la Unión  
Internacional de Telecomunicaciones.

International Telecommunication Union

**ITU-T**

TELECOMMUNICATION  
STANDARDIZATION SECTOR  
OF ITU

**G.984.1**  
**Amendment 1**  
(10/2009)

SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA,  
DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS

Digital sections and digital line system – Optical line  
systems for local and access networks

---

Gigabit-capable passive optical networks (GPON):  
General characteristics

**Amendment 1**

Recommendation ITU-T G.984.1 (2008) –  
Amendment 1

ITU-T



ITU-T G-SERIES RECOMMENDATIONS  
TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS

INTERNATIONAL TELEPHONE CONNECTIONS AND CIRCUITS	G.100–G.199
GENERAL CHARACTERISTICS COMMON TO ALL ANALOGUE CARRIER-TRANSMISSION SYSTEMS	G.200–G.299
INDIVIDUAL CHARACTERISTICS OF INTERNATIONAL CARRIER TELEPHONE SYSTEMS ON METALLIC LINES	G.300–G.399
GENERAL CHARACTERISTICS OF INTERNATIONAL CARRIER TELEPHONE SYSTEMS ON RADIO-RELAY OR SATELLITE LINKS AND INTERCONNECTION WITH METALLIC LINES	G.400–G.449
COORDINATION OF RADIOTELEPHONY AND LINE TELEPHONY	G.450–G.499
TRANSMISSION MEDIA AND OPTICAL SYSTEMS CHARACTERISTICS	G.600–G.699
DIGITAL TERMINAL EQUIPMENTS	G.700–G.799
DIGITAL NETWORKS	G.800–G.899
DIGITAL SECTIONS AND DIGITAL LINE SYSTEM	G.900–G.999
General	G.900–G.909
Parameters for optical fibre cable systems	G.910–G.919
Digital sections at hierarchical bit rates based on a bit rate of 2048 kbit/s	G.920–G.929
Digital line transmission systems on cable at non-hierarchical bit rates	G.930–G.939
Digital line systems provided by FDM transmission bearers	G.940–G.949
Digital line systems	G.950–G.959
Digital section and digital transmission systems for customer access to ISDN	G.960–G.969
Optical fibre submarine cable systems	G.970–G.979
<b>Optical line systems for local and access networks</b>	<b>G.980–G.989</b>
Access networks	G.990–G.999
MULTIMEDIA QUALITY OF SERVICE AND PERFORMANCE – GENERIC AND USER-RELATED ASPECTS	G.1000–G.1999
TRANSMISSION MEDIA CHARACTERISTICS	G.6000–G.6999
DATA OVER TRANSPORT – GENERIC ASPECTS	G.7000–G.7999
PACKET OVER TRANSPORT ASPECTS	G.8000–G.8999
ACCESS NETWORKS	G.9000–G.9999

*For further details, please refer to the list of ITU-T Recommendations.*

**Recommendation ITU-T G.984.1**

**Gigabit-capable passive optical networks  
(GPON): General characteristics**

**Amendment 1**

**Source**

Amendment 1 to Recommendation ITU-T G.984.1 (2008) was agreed on 9 October 2009 by ITU-T Study Group 15 (2009-2012).

## FOREWORD

The International Telecommunication Union (ITU) is the United Nations specialized agency in the field of telecommunications, information and communication technologies (ICTs). The ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) is a permanent organ of ITU. ITU-T is responsible for studying technical, operating and tariff questions and issuing Recommendations on them with a view to standardizing telecommunications on a worldwide basis.

The World Telecommunication Standardization Assembly (WTSA), which meets every four years, establishes the topics for study by the ITU-T study groups which, in turn, produce Recommendations on these topics.

The approval of ITU-T Recommendations is covered by the procedure laid down in WTSA Resolution 1.

In some areas of information technology which fall within ITU-T's purview, the necessary standards are prepared on a collaborative basis with ISO and IEC.

## NOTE

In this Recommendation, the expression "Administration" is used for conciseness to indicate both a telecommunication administration and a recognized operating agency.

Compliance with this Recommendation is voluntary. However, the Recommendation may contain certain mandatory provisions (to ensure e.g., interoperability or applicability) and compliance with the Recommendation is achieved when all of these mandatory provisions are met. The words "shall" or some other obligatory language such as "must" and the negative equivalents are used to express requirements. The use of such words does not suggest that compliance with the Recommendation is required of any party.

## INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS

ITU draws attention to the possibility that the practice or implementation of this Recommendation may involve the use of a claimed Intellectual Property Right. ITU takes no position concerning the evidence, validity or applicability of claimed Intellectual Property Rights, whether asserted by ITU members or others outside of the Recommendation development process.

As of the date of approval of this Recommendation, ITU had not received notice of intellectual property, protected by patents, which may be required to implement this Recommendation. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information and are therefore strongly urged to consult the TSB patent database at <http://www.itu.int/ITU-T/sgpt/>.

© ITU 2010

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, by any means whatsoever, without the prior written permission of ITU.

Gigabit-capable passive optical networks  
(GPON): General characteristics

Amendment 1

1) Clause I.3.1, Common functions

a) Modify the text immediately following Figure I.8 to read:

"The GPON real-time management clock service is shown in Figure I.9. The OLT receives real-time clock data (typically using NTP, over an Ethernet interface via UDP over IP). The OLT thereby maintains its own internal RTC, which it uses to timestamp all manner of event data. Other methods of establishing the OLT RTC are possible, see Figure I.10a.

The ONT does not extend this RTC for the purposes of management. Rather, its performance-monitoring and event-collection processes are synchronized with those of the OLT via the OMCI. The OLT routinely collects all of this data every 15 minutes and logs it with the OLT RTC."

b) Change the title of Figure I.9 to read:

"Figure I.9 – Real-time management clock service"

c) Insert the following text and figure immediately after Figure I.10:

For applications where the ONT requires a very accurate real-time clock with phase errors in the nanoseconds range, the following precision real-time clock is defined. The OLT obtains a precise real-time clock, typically using IEEE 1588, optionally with some additional assistance of the previously mentioned network clock service. The OLT then passes this clocking information to the ONTs using a combination of the TC layer and the OMCI layer. The TC-layer provides a very accurate local time using the G-PON superframe counter. The OMCI-layer communicates the offset between the local time and the global time from the OLT to the ONT. The ONT can then calculate the precise time, and establish its precision RTC. If the ONT must pass the precision RTC on to client equipment, it can support the IEEE 1588 protocol towards the UNI side.

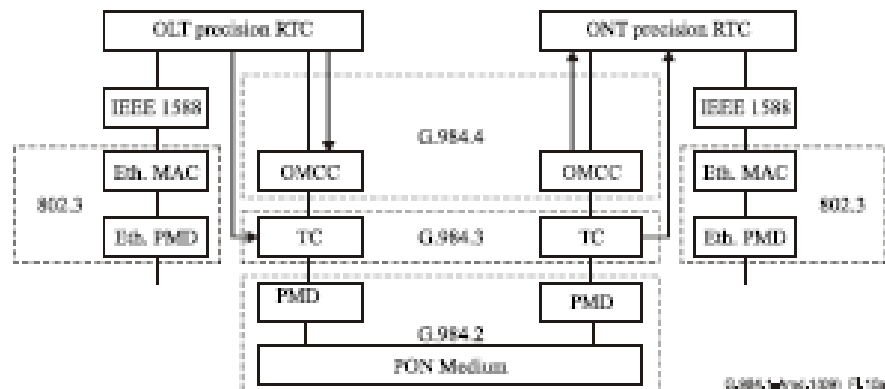


Figure I.10a – Precision real-time clock service

## SERIES OF ITU-T RECOMMENDATIONS

Series A	Organization of the work of ITU-T
Series D	General tariff principles
Series E	Overall network operation, telephone service, service operation and human factors
Series F	Non-telephone telecommunication services
Series G	Transmission systems and media, digital systems and networks
Series H	Audiovisual and multimedia systems
Series I	Integrated services digital network
Series J	Cable networks and transmission of television, sound programme and other multimedia signals
Series K	Protection against interference
Series L	Construction, installation and protection of cables and other elements of outside plant
Series M	Telecommunication management, including TMN and network maintenance
Series N	Maintenance: international sound programme and television transmission circuits
Series O	Specifications of measuring equipment
Series P	Terminals and subjective and objective assessment methods
Series Q	Switching and signalling
Series R	Telegraph transmission
Series S	Telegraph services terminal equipment
Series T	Terminals for telematic services
Series U	Telegraph switching
Series V	Data communication over the telephone network
Series X	Data networks, open system communications and security
Series Y	Global information infrastructure, Internet protocol aspects and next-generation networks
Series Z	Languages and general software aspects for telecommunication systems



## **ANEXO 5**

Reporte de pruebas de funcionamiento con el OTDR –  
PON a una longitud de onda de 1310 nm. Y 1550 nm.

<b>Pruebas con una longitud de onda de 1310 nm</b>				
<b>#</b>	<b>Distancia de la fibra</b>	<b>Tipo de fibra</b>	<b>Pérdidas</b>	<b>ORL</b>
1	1.0037 Km	G 652D	0,327 dB	<22.72 dB
2	1.0037 Km	G 652D	0,325 db	<22.73 dB
3	1.0037 Km	G 652D	0,327 dB	<22.72 dB
4	1.0037 Km	G 652D	0,329 db	<22.76 dB
5	1.0037 Km	G 652D	0,327 dB	<22.72 dB

Tabla de reporte de pruebas con una longitud de onda de 1310 nm utilizando el OTDR marca EXFO.  
Fuente: OTDR-EXFO

<b>Pruebas con una longitud de onda de 1550 nm</b>				
<b>#</b>	<b>Distancia de la fibra</b>	<b>Tipo de fibra</b>	<b>Pérdidas</b>	<b>ORL</b>
1	1.0040 Km	G 652D	0,198 dB	<26.47 dB
2	1.0040 Km	G 652D	0,193 db	<22.39 dB
3	1.0040 Km	G 652D	0,195 dB	<22.52 dB
4	1.0040 Km	G 652D	0,198 db	<26.47 dB
5	1.0040 Km	G 652D	0,199 dB	<22.55 dB

Tabla de reporte de pruebas con una longitud de onda de 1550 nm utilizando el OTDR marca EXFO.  
Fuente: OTDR-EXFO

## **ANEXO 6**

Certificado de curso realizado de “Diseño de Redes  
GPON”



*NetSoSe*  
Networking Solutions & Services

*Certifican que*

***BAYARDO ALEJANDRO GUANOTASIG MOLINA***

Asistió al Curso "*Diseño de Redes GPON*". Organizado por la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, conjuntamente con NETSOSE. Se llevó a cabo en la ciudad de Quito, los días 25 y 26 de abril de 2014, con una duración de 12(doce) horas.

Quito, 17 de julio de 2014

**Leda. Virginia Alta P.**  
Secretaria General  
Universidad Andina Simón Bolívar  
Sede Ecuador