



*"Responsabilidad con pensamiento positivo"*

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

## TRABAJO DE TITULACIÓN

CARRERA: ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA: ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA REPOTENCIAR EL LABORATORIO DE REDES Y COMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL.

AUTOR: DIEGO EDUARDO ANDRANGO ARIAS

TUTOR: Mg. WILMER ALBARRACÍN

QUITO – ECUADOR

MAYO DEL 2014

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL****APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Graduación certifico:

Que el trabajo de graduación “ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA REPOTENCIAR EL LABORATORIO DE REDES Y COMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL”, presentado por el Sr. Diego Eduardo Andrango Arias, estudiante de la Carrera de Electrónica Digital 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., Mayo del 2014

TUTOR

-----  
Mg. Wilmer Albarracín

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL****AUTORÍA DE TESIS**

El documento del proyecto de grado “ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA REPOTENCIAR EL LABORATORIO DE REDES Y COMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL” requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, ha sido elaborado por Diego Eduardo Andrango Arias, con CC 1712820578, persona que posee todos los derechos de autoría y responsabilidad, restringiéndose la copia o utilización de este proyecto de grado sin previa autorización.

Quito D.M., Mayo del 2014

-----  
Diego Eduardo Andrango Arias

CC: 1712820578

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**  
**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

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

Quito D.M., Mayo del 2014

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

-----

PRESIDENTE

-----

MIEMBRO 1

-----

MIEMBRO 2

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por sus eternas bendiciones, a mi esposa Maritza por sus palabras y gestos de apoyo, a mi hijito Dieguito Sebastián, ya que desde su primer día en llegar al mundo fue mi inspiración para seguir adelante y cumplir cada objetivo planteado

A mis padres que con su lucha y trabajo siempre me han apoyado con todo lo necesario para continuar con mis estudios y llegar a cumplir una meta más, a mis suegros por su gran apoyo incondicional, a mi hermano, a mis cuñados, a toda mi familia y amigos que de una u otra manera me apoyaron para cumplir este objetivo.

A los docentes de la Universidad Israel, especialmente a los Magister Freddy Álvarez, Wilmer Albarracín y al Ing. Jaime Valarezo, por la transmisión de sus conocimientos y por el apoyo para poder desarrollar el presenta trabajo de graduación.

A todos ellos un agradecimiento especial.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación de pregrado a todos quienes me han guiado, apoyado e inspirado, los mismos que han sido testigos de todo sacrificio realizado para culminar mi carrera de ingeniería, es decir a mis padres, hermano, suegros y cuñados. Y de manera muy especial dedico este trabajo de titulación a los dueños de mi corazón, mi esposita Maritza y mi hijito Dieguito Sebastián quienes me llenan de alegría, felicidad e inspiración día tras día, y por ellos siempre con la bendición de Dios seguiré esforzándome, y consiguiendo nuevos logros.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	1
<b>PROBLEMATIZACIÓN</b> .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Problema Investigado .....	2
1.3 Problema Principal .....	3
1.4 Problemas Secundarios .....	3
1.5 Justificación .....	3
1.6 Objetivos.....	4
1.6.1 Objetivo Principal .....	4
1.6.2 Objetivos Específicos .....	4
1.7 Metodología .....	4
<b>CAPITULO 2</b> .....	6
<b>MARCO DE REFERENCIA</b> .....	6
2.1. Introducción.....	6
2.2. Marco Teórico.....	6
2.2.1. Fibra Óptica.....	6
2.2.2. Elementos de la Fibra Óptica .....	6
2.2.3. Propiedades de la luz .....	8
2.2.4. Ventajas y Desventajas de la Fibra Óptica .....	12
2.2.4.1. Ventajas.....	12
2.2.4.2. Desventajas.....	12
2.2.5. Tipos de Fibra Óptica.....	13
2.2.5.1.1. Fibra Multimodo MM .....	14
2.2.5.1.2. Fibra Multimodo de Índice en Escalón o Salto de Índice.....	15
2.2.5.1.3 Fibra Multimodo de Índice Gradual.....	15
2.2.5.2.1 Fibra monomodo o estándar, SMF ( <i>Standar Single Mode Fiber</i> ).....	16
2.2.5.2.2 Fibra DSF ( <i>Dispersion Shifted Fiber</i> ).....	17

2.2.5.2.3	Fibra NZDSF ( <i>Non Zero Dispersion Shifted Fiber</i> ) .....	17
2.2.6.	Banda Espectral Óptica.....	18
2.2.7.	Diámetros de la fibra.....	19
2.2.8.	Offset y no circularidad.....	19
2.2.9.	Atenuación .....	20
2.2.10.	Estándares .....	21
2.2.11.	Áreas de aplicación de la Fibra Óptica .....	22
2.2.12.	Comparación entre MM y SM.- Se observa en la tabla 2.10.....	23
2.2.13.	Código de colores de la Fibra Óptica.....	24
2.2.14.	Conectores de Fibra Óptica .....	26
2.2.15.	Fiber Runner.....	28
<b>CAPITULO 3</b> .....		30
<b>ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA REPOTENCIAR EL LABORATORIO DE REDES Y COMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL.</b> .....		30
3.1	Estudio de red de fibra óptica para el laboratorio de Redes y comunicaciones de la Universidad Israel.....	30
3.2	Desarrollo de una red de fibra óptica para el laboratorio de Redes y Comunicaiones de la Universidad Israel.....	33
3.3	Proceso de implementación de la red de fibra óptica en el laboratorio de redes y comunicaciones de la Universidad Israel .....	36
3.3.1	Etapa 1. Retiro de material inútil y limpieza del laboratorio .....	36
3.3.2	Etapa 2. Instalación de canaletas, fiber runner y soportes para el tendido de la fibra óptica.....	41
3.3.3	Etapa 3.- Tendido de la fibra óptica.....	50
3.3.4	Etapa 4. Fusión e Instalación de equipos de fibra .....	52
3.3.5	Etapa 5.- Finalización del proyecto .....	61
<b>CAPÍTULO 4</b> .....		66
<b>RESULTADOS Y COSTOS</b> .....		66
4.1	Pruebas de Funcionamiento .....	66
4.2	Análisis de Resultados.....	66
4.3	Análisis Matriz FODA.....	69



4.4	Costos del Proyecto .....	70
4.4.1	Equipos eléctricos y electrónicos.....	70
4.4.2	Materiales y accesorios de Fibra Óptica .....	70
4.4.3	Estructura del Backbone - Bandejas de Fiber Runner y Bandejas Metálicas.....	71
4.4.4	Terminación del proyecto.....	71
4.4.5	Costos de mano de obra .....	72
4.4.6	Valores Totales.....	72
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>		<b>73</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>73</b>
5.1	Conclusiones .....	73
5.2	Recomendaciones.....	73
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		<b>76</b>
ANEXOS.....		78
ANEXO 1.....		79
CERTIFICACIÓN DEL LA FIBRA ÓPTICA.....		79
ANEXO 2.....		102
FOTOS ILUSTRATIVAS INSTALADAS EN EL LABORATORIO.....		102

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Cuadro referencial de pérdida de potencias en db.....	9
Tabla 2.2	Tabla referencial de ganancia de Potencias en dbm.....	10
Tabla 2.3	Regiones asignadas por la ITU .....	18
Tabla 2.4	Tolerancias de variación en el diámetro de las fibras .....	19
Tabla 2.5	Tolerancias de Offset y circularidad de la fibra .....	19
Tabla 2.6	Tasas máximas de Atenuación.....	20
Tabla 2.7	Tasa promedio de Atenuación.....	20
Tabla 2.8	Recomendaciones ITU-T para fibras ópticas de telecomunicaciones. ....	22
Tabla 2.9	Comparaciones MM.....	23
Tabla 2.10	Comparación entre MM y SM .....	23
Tabla 4.1	Matriz FODA.....	69
Tabla 4.2	Costos de equipos eléctricos y electrónicos de fibra óptica.....	70
Tabla 4.3	Costos de materiales y accesorios de fibra.....	70
Tabla 4.4	Costo de estructura física para el paso de la fibra .....	71
Tabla 4.5	Costos de terminación del proyecto .....	71
Tabla 4.6	Mano de obra .....	72
Tabla 4.7	Gastos Totales del Proyecto de Tesis .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Elementos de la Fibra Óptica .....	7
Figura 2.2	Longitud de onda .....	8
Figura 2.3	Reflexión y Refracción en una fibra.....	11
Figura 2.4	Dispersión de la onda de luz .....	11
Figura 2.5	Tipos de Fibras Ópticas.....	13
Figura 2.6	Propagación de la luz en las fibras .....	14
Figura 2.7	Diámetro de la fibra multimodo .....	14
Figura 2.8	Índice en Escalón e índice gradual .....	15
Figura 2.9	Diámetro de la Fibra Monomodo.....	16
Figura 2.10	Dispersión cromática de las fibras monomodo SMF DSF, NZDSF .....	17
Figura 2.11	Banda Espectral Óptica .....	18
Figura 2.12	Estándares para Fibra Óptica.....	21
Figura 2.13	Código de colores SIECOR.....	24
Figura 2.14	Código SIECOR para dos tubos buffer y 64 fibras .....	24
Figura 2.15	Código de colores TIA-598-A PIRELLI-ALCATEL.....	25
Figura 2.16	Código de colores TIA-598-A PIRELLI-ALCATEL-144 hilos de fibra .....	25
Figura 2.17	Código de colores de cubiertas de fibra.....	26
Figura 2.18	Tipos de conectores de fibra .....	27
Figura 2.19	Fiber Runner para paso de Fibra Óptica.....	28
Figura 2.20	Colores estándar de fiber runner.....	28
Figura 3.1	Diagrama de red para el laboratorio de Redes y Comunicaciones de la Universidad Israel.....	34
Figura 3.2	Diagrama lógico de red de fibra U Israel .....	35
Figura 3.3	Parte externa del laboratorio 3-07.....	37
Figura 3.4	Laboratorio inicial en mal estado.....	38
Figura 3.5	Subida de equipos al cuarto piso .....	38
Figura 3.6	Almacenamiento de equipos en el cuarto piso .....	39
Figura 3.7	Retiro de la red en mal estado y obsoleto.....	39
Figura 3.8	Retiro de los accesorios eléctricos en mal estado. ....	40
Figura 3.9	Instalación y verificación del nuevo tendido eléctrico.....	40
Figura 3.10	Preparación para instalación de soportes.....	42
Figura 3.11	Instalación de soportes .....	43
Figura 3.12	Montaje de bandejas .....	44
Figura 3.13	Medidas y nivelación de las bandejas metálicas .....	44
Figura 3.14	Vistas de la estructura metálica terminada.....	45
Figura 3.15	Accesorios de fiber runner .....	46
Figura 3.16	Instalación de soportes de fiber runner.....	47
Figura 3.17	Instalación previa del fiber runner y sus accesorios .....	47

Figura 3.18	Instalación del fiber sobre .....	48
Figura 3.19	Fiber runner instalado acorde a las normas de cableado estructurado .....	49
Figura 3.20	Tendido de la fibra por la Estructura Metálica .....	50
Figura 3.21	Tendido de la fibra por la estructura de fiber runner .....	51
Figura 3.22	Ingreso del cable Externo hacia el ODF .....	52
Figura 3.23	Instalación del cassette de fibra en el ODF .....	53
Figura 3.24	Eliminar el revestimiento secundario y limpieza de las fibras.....	54
Figura 3.25	Organización de los hilos en el cassette de fibra .....	54
Figura 3.26	Organización de los pigtail en el ODF.....	55
Figura 3.27	Preparación y calibración de la fusionadora.....	55
Figura 3.28	Proceso de fusión.....	56
Figura 3.29	Pruebas con el VFL .....	57
Figura 3.30	Organización final del ODF .....	57
Figura 3.31	Instalación del ODF en el Rack A.....	58
Figura 3.32	Cable de fibra MM-OM3 conectado al conversor RACK B .....	59
Figura 3.33	Cable de fibra MM-OM3 conectado al conversor RACK A .....	60
Figura 3.34	Fotos Ilustrativas de Fibra Óptica .....	61
Figura 3.35	Identificación de las redes A y B .....	62
Figura 3.36	Estructura de Fiber Runner .....	62
Figura 3.37	Vista Frontal del Proyecto Tesis.....	63
Figura 3.38	Vista Diagonal Red local B del Proyecto de Tesis.....	63
Figura 3.39	Vista externa del Proyecto de Tesis .....	64
Figura 3.40	Vista Diagonal Red local B del Proyecto de Tesis.....	64
Figura 3.41	IMPLEMENTACION DEL PROYECTO DE TESIS TERMINADO PARA EL LABORATORIO DE REDES Y COMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL .....	65

## RESUMEN

El presente proyecto de tesis consiste en el estudio, diseño e implementación de una red de fibra óptica que tiene la función de unir dos redes LAN de cobre dentro del laboratorio, es decir un Backbone de fibra, con el fin de repotenciar el Laboratorio de la Universidad Israel y brindar un conocimiento amplio en redes a los estudiantes.

La red de fibra que se estudió, diseñó e implementó en el Laboratorio de redes de la Universidad Israel, utiliza todas las normas técnicas de Cableado estructurado, utiliza equipos de alta tecnología tales como transceiver, infraestructura adecuada para fibra, equipos de conectividad, routers, switch administrables capa 2, estructura de cableado, rack de piso para la red A y rack abierto de pared para la red B.

Se realizaron pruebas básicas de funcionamiento y continuidad de la red de fibra óptica conectando un computador en cada extremo detrás de los transceiver y realizando pruebas ICMP (Internet Control Message Protocol), asegurándose que la parte física de fibra se encuentre en perfecto estado. Posteriormente se realizan pruebas de la fibra con carga, al tener conexión entre los 16 usuarios de la red A con los 16 usuarios de la red B, obviamente para tener esta conexión lógica entre redes diferentes se necesitó de configuraciones avanzadas en los routers y switch.

## ABSTRACT

This thesis project is to study, design and implementation of a fiber optic network that serves to connect two LANs copper in the laboratory, is a Backbone fiber, in order to refurbish the Laboratory Israel University and provide a broad networking knowledge to students.

The fiber network that was studied, designed and implemented at the Laboratory of the Israel university networks, uses all the technical rules of structured cabling, using high-tech equipment such as transceivers, adequate infrastructure for fiber connectivity equipment, routers, manageable layer 2 switch, wiring structure, floor rack for open network a wall rack network B.

Basic performance testing and continuity of the fiber optic network connecting a computer were made at each end after the transceiver and performing tests ICMP (Internet Control Message Protocol) , ensuring that the physical part of fiber is in perfect condition. Later tests of fiber loading are performed, having connection between 16 users of network with 16 users network B, obviously to have this logical connection between different networks was needed advanced settings on routers and manageable switch.

## **CAPÍTULO 1**

### **PROBLEMATIZACIÓN**

#### **1.1 Antecedentes**

La universidad Tecnológica Israel es creada el 16 de Noviembre de 1999, reconocida mediante Ley de creación no. 99-42, publicada en el Registro Oficial No. 319. Surge mediante la unión de los Institutos Tecnológico Israel y Tecnológico Italia, con el fin de ser una de las Universidades más destacadas y nombradas dentro del Ecuador, brindando a los estudiantes la oportunidad de continuar con sus estudios universitarios, y formándolos hasta que lleguen a ser unos excelentes profesionales que aporten en el campo tecnológico – empresarial en bien del desarrollo del país.

La universidad Israel se encuentra ubicada en el Distrito Metropolitano de la ciudad de Quito, calles Francisco Pizarro E4-142 y Av. Orellana.

Dentro de las carreras de pregrado que ofrece la Universidad Israel están, Electrónica Digital y Telecomunicaciones y la carrera de Sistemas Informáticos, donde se estudian materias técnicas como: Redes de Datos 1 y Redes de Datos 2, en estas materias se estudia configuraciones básicas de redes LAN, configuraciones de redes WAN, normas y estándares de cableado estructurado, tecnologías actuales y modernas que brindan velocidades altísimas de transmisión, tales como redes de Fibra Óptica que es un medio de transmisión empleado habitualmente en las telecomunicaciones, permite enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio y superiores a las de cable convencional.

## **1.2 Problema Investigado**

En las carreras de Electrónica y Sistemas Informáticos de la Universidad Israel, al momento no se cuenta con un laboratorio de redes que se encuentre implementado con tecnología actual y con proyección al futuro, al no disponer de un laboratorio sofisticado y moderno, los estudiantes se encuentran limitados al aprendizaje de redes de datos, infraestructura de cableado estructurado, redes físicas de cobre y fibra óptica, equipos de conectividad tales como switch administrables, routers, transceiver, configuraciones de redes Lan, creación de Vlans, ruteo, etc. Por este motivo los estudiantes al salir al mundo laboral no tienen un conocimiento amplio en infraestructura de red, configuraciones, y no están en capacidad de implementar una red con todas las normas técnicas que actualmente se encuentran en funcionamiento.

Se debe tener en cuenta que para implementar una red no solo se debe estudiar costos, sino también se debe tener en cuenta que utilización se tendrá a futuro, que velocidades de transmisión se necesita, que distancia se necesita cubrir, etc., al no realizar un estudio completo en la implementación de una red, en un par de años puede quedar obsoleta e inservible.

Tanto en la actualidad, como en una proyección a futuro, el medio de transmisión más recomendable es la fibra óptica, ya que presenta muchas ventajas en comparación a otros medios guiados de conducción como por ejemplo: gran ancho de banda, baja atenuación, inmunidad electromagnética, seguridad de las comunicaciones, alcanza grandes distancias de cobertura, tamaño y peso reducido.



### **1.3 Problema Principal**

En las carreras de Electrónica y Sistemas Informáticos de la Universidad Tecnológica Israel no se dispone de un laboratorio sofisticado y moderno que cuente con tecnología actual, equipos de conectividad y el desarrollo de prácticas, que permitan al estudiante tener un conocimiento claro y amplio en el estudio, diseño e implementación de una red de fibra óptica.

### **1.4 Problemas Secundarios**

- No se tiene un estudio de una red de fibra óptica dentro del laboratorio de Redes y Comunicaciones de la Universidad Israel.
- Se carece de un diseño de red de fibra óptica que permitan orientar al estudiante.
- No se tiene implementado en ningún laboratorio una red básica de fibra óptica con su infraestructura y equipos de conectividad.
- No se tiene desarrollado prácticas de fibra óptica para el estudiante.

### **1.5 Justificación**

Este proyecto será útil para establecer guías y prácticas en base a la infraestructura realizada con todas sus aplicaciones posibles, referentes a las asignaturas de Redes de Datos I y Redes de Datos II, dictadas en la Carreras de Electrónica y Sistemas de la Universidad Israel, con lo cual el estudiante tendrá un conocimiento amplio en la implementación de redes de fibra óptica con todas las normas necesarias para cableado estructurado.

Se tendrá claro cuáles son las ventajas y desventajas de las redes de fibra en comparación con otros medios guiados de transmisión y sus diferentes tecnologías.

Ya en el mundo laboral el estudiante podrá definir cuándo y porque se deben implementar redes de fibra, tomando en cuenta las diferentes necesidades que requiera, él o los clientes.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo Principal**

Estudiar, diseñar e implementar una red de fibra óptica para repotenciar el laboratorio de Redes y Comunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel.

### **1.6.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un estudio de una red de fibra óptica con su infraestructura necesaria para el laboratorio de Redes y Comunicaciones de la Universidad Israel
- Desarrollar un diseño de red de fibra óptica necesario para el laboratorio.
- Ejecutar la implementación de la red de fibra óptica con todas las normas de cableado estructurado, infraestructura y equipos de conectividad.
- Desarrollar prácticas de laboratorios con las cuales se pueda verificar y comprobar el correcto funcionamiento de la red de fibra óptica.

## **1.7 Metodología**

Para el desarrollo del proyecto se utilizó cuatro etapas de investigación.

### **Primera Etapa**

Los métodos de análisis y síntesis para la recopilación de toda la información que sea necesaria para la implementación y funcionamiento de redes de fibra, y el tipo de material utilizado.

### Segunda y Tercera Etapa

Se emplea los métodos, deductivo e inductivo para identificar qué tipo de material y dispositivos de conectividad se utilizó en el diseño e implementación de la red de fibra óptica.

### Cuarta Etapa

Se realizó la investigación experimental, mediante prácticas y pruebas del funcionamiento de la red, al transferir archivos de una a otra red.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO DE REFERENCIA**

#### **2.1 Introducción**

En este capítulo se presentan los conceptos en los cuales se basa el proyecto, así como también tablas, estándares, adicional se realiza una descripción detallada de los componentes de la red de fibra.

#### **2.2. Marco Teórico**

##### **2.2.1. Fibra Óptica**

La fibra óptica es un medio físico de transmisión, como el aire, el espacio, la tierra. Por este medio se consigue obtener la comunicación entre dos puntos mediante el empleo de la luz, Las fibras se utilizan en todos los campos de telecomunicaciones, permiten enviar información a largas distancias y velocidades de transmisión muy altas, su medio físico es inmune a las interferencias electromagnéticas, se utilizan para redes locales, en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión.

##### **2.2.2. Elementos de la Fibra Óptica**

Los elementos que constituyen la fibra óptica se puede observar en la figura 2.1 los mismos que se nombran a continuación:

- El núcleo
- El revestimiento
- El recubrimiento

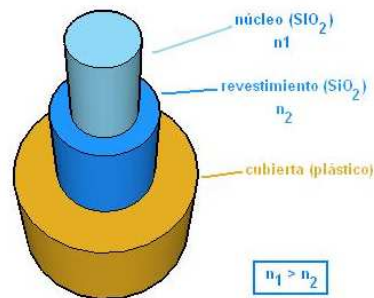


Figura 2.1 Elementos de la Fibra Óptica<sup>1</sup>

### Núcleo

Es la parte principal de la fibra óptica, ya que es por donde viajarán los datos en formas de ondas de la luz, el núcleo es la parte interior de la fibra, normalmente está compuesto por material dieléctrico, vidrio de sílice SIO<sub>2</sub> o también de plástico.

### Revestimiento

Rodea el núcleo y confina la luz en el núcleo, el revestimiento está fabricado con material similar al del núcleo con el índice de refracción menor, de manera que el índice de reflexión sea total interno y los rayos de luz puedan formar un ángulo que permitan propagarse de un extremo al otro a través del núcleo. Se puede decir que el núcleo y el revestimiento son uno solo.

### Recubrimiento o Cubierta

Generalmente el recubrimiento de la fibra óptica está fabricado de material de plástico, con la simple finalidad de cubrir y proteger al núcleo y revestimiento.

---

<sup>1</sup>(GCO, 2008). Tutorial de Comunicaciones Ópticas [nemesi.tel.uva.es]. Recuperado de [http://nemesi.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2\\_1\\_1.htm](http://nemesi.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm)

### 2.2.3. Propiedades de la luz

- Longitud de onda
- Ancho espectral
- Velocidad
- Potencia
- Reflexión
- Refracción
- Dispersión

#### Longitud de onda

La longitud de onda en el estudio de la fibra óptica es muy importante debido a que según el comportamiento de la onda de luz se podrá determinar dos parámetros fundamentales, la dispersión y atenuación. La longitud de onda  $\lambda$  se mide entre los picos de la onda y es expresada en nm. En la figura 2.2 observamos la longitud de onda

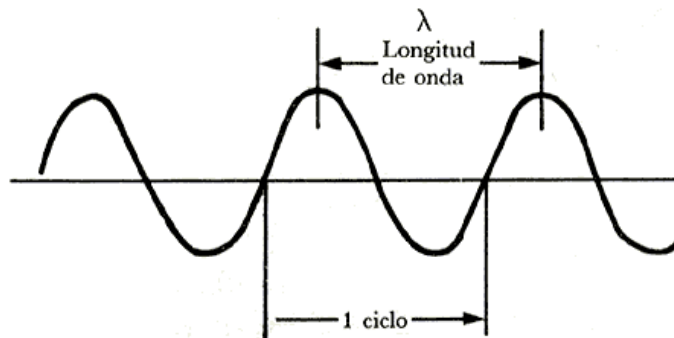


Figura 2.2 Longitud de onda<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>(ILSE, 2013). Radiación Solar, Aplicaciones de la radiación [bibliotecadigital.ilce.edu.mx]. Recuperado de [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/sec\\_6.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/sec_6.html)

## Ancho Espectral

En sistemas de telecomunicaciones de fibra, la luz incluye un rango de longitudes de onda, este parámetro se denomina el ancho espectral, el mismo que determinará la exactitud de transmisión de fibra de las señales ópticas.

## Velocidad de la Luz

La velocidad de la luz en el vacío siempre será mayor que la velocidad en un material, la velocidad de la luz en un material es conocido como el índice de refracción.

## Potencia Óptica

En la fibra óptica la potencia es medida en nivel absoluto y relativo, sirve para medir ganancias o pérdidas en el sistema de transmisión, tal como se muestra en la tabla 2.1

- Potencia absoluta, medida en watts se expresa  $db = 10 \log \text{Potencia OUT} / \text{Potencia IN}$
- Potencia relativa medida en miliwatts  $dbm = 10 \log \text{Pot Out(mw)} / \text{Pot In (mw)}$

Pérdida en dB	Potencia de salida como % de la potencia de entrada	% de potencia perdida	Relación $P_{out}/P_{in}$
1	79%	21%	
2	63%	37%	
3	50%	50%	1/2
5	32%	68%	
6	25%	75%	1/4
7	20%	80%	1/5
10	10%	90%	1/10
15	3.2%	96.8%	~1/30
20	1%	99%	1/100
30	0.1 %	99.9%	1/1000

Tabla 2.1 Cuadro referencial de pérdida de potencias en db<sup>3</sup>

<sup>3</sup>(Llorante, 2009). Cableado de fibra óptica para comunicaciones de datos (2ª parte) [fibraopticahoy.com]. Recuperado de <http://www.fibraopticahoy.com/cableado-de-fibra-optica-para-comunicaciones-de-datos-2%C2%AA-parte/>

dbm	mW
0	1
1	1,3
2	1,6
3	2
4	2,5
5	3,2
6	4
7	5
8	6
9	8
10	10
11	13
12	16
13	20
14	25
15	32

Tabla 2.2 Tabla referencial de ganancia de Potencias en dbm<sup>4</sup>

Observación.

Como se puede observar en la tabla 2.2, tanto en las pérdidas como en las ganancias cada 3 dbm la potencia aumenta al doble o disminuye al 50% de la potencia inicial.

### **Reflexión**

La reflexión interna en la fibra óptica sirve para conducir la luz a través de la fibra sin pérdidas de energía. El ángulo de la incidencia de la luz es crítico para la base y su revestimiento y se produce una reflexión interna total que preserva la energía transportada por la fibra. El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión

### **Refracción**

Es también conocido como doblez de la luz, este doblamiento es importante al realizar el estudio de la fibra multimodo de índice gradual, se observa en la figura 2.3

---

<sup>4</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias.



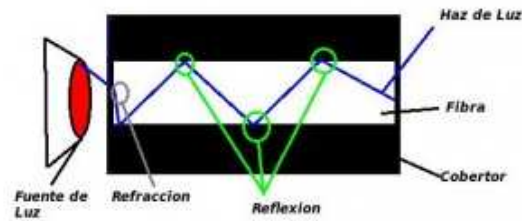


Figura 2.3 Reflexión y Refracción en una fibra<sup>5</sup>

## Dispersión

La luz que ingresa en la fibra no es la misma que sale en el extremo, al viajar la luz a través de la fibra la potencia óptica se dispersa, es decir esta luz se expande a través del tiempo y la distancia, este fenómeno de la luz determina la exactitud con la cual la fibra transmite los datos. En la figura 2.4 se puede apreciar la dispersión que se produce en la fibra.



Figura 2.4 Dispersión de la onda de luz<sup>6</sup>

<sup>5</sup>(Rodríguez, 2010). Fibra Óptica, qué es y cómo funciona [fibraopticahoy.com]. Recuperado de <http://www.fibraopticahoy.com/fibra-optica-que-es-y-como-funciona/>

<sup>6</sup>(lafibraopticaperu.com, 2012). La dispersión óptica [lafibraopticaperu.com]. Recuperado de <http://lafibraopticaperu.com/la-dispersion-optica/>

## **2.2.4. Ventajas y Desventajas de la Fibra Óptica**

Dentro de las ventajas y desventajas de la fibra óptica podemos mencionar las siguientes:

### **2.2.4.1. Ventajas**

- Inmunidad al ruido y pulsos electromagnéticos, ya que el mundo electromagnético y el mundo óptico son totalmente diferentes.
- Pérdida Baja, alcanza grandes distancias y las pérdidas por Km. son muy bajas
- Gran ancho de banda, teóricamente alcanzan velocidades infinitas, el limitante de velocidad son los equipos activos.
- Tamaño pequeño, el diámetro de la fibra es muy delgado similar al diámetro de un cabello humano.
- El peso de la fibra óptica es muy liviano en comparación a los cables metálicos.
- Seguridad de transmisión ya que las fibras no pierden luz y no puede ser perturbada
- La fibra óptica no produce ningún peligro de incendio ni cortocircuitos
- Soporta altas temperaturas.
- Existe gran cantidad de materia prima en la naturaleza para fabricar la fibra óptica
- Es compatible con la tecnología digital.
- Existen diferentes tipos de cables de fibra óptica para todo medio físico que se necesite instalar.

### **2.2.4.2. Desventajas**

- Costo de instalación alto.
- Se requiere de personal calificado para instalaciones de fibra óptica

- Derivaciones especiales
- Altos costos de derecho de paso, muy crítico, el municipio, la empresa eléctrica cobran el paso dependiendo la cantidad de información a ser transferida,
- Alto costo con sus equipos activos.
- Gran fragilidad de la fibra
- Reparar la fibra en el campo es complicada y requiere de herramientas muy costosas
- Miedo al cambio de tecnología por parte del usuario final.

### 2.2.5. Tipos de Fibra Óptica

Para poder determinar los tipos de fibra óptica se basa principalmente en los siguientes aspectos, el diámetro y estructura del núcleo, el tipo de propagación, índice de refracción y según el material de fabricación, tal como se observa en la figura 2.5 y 2.6

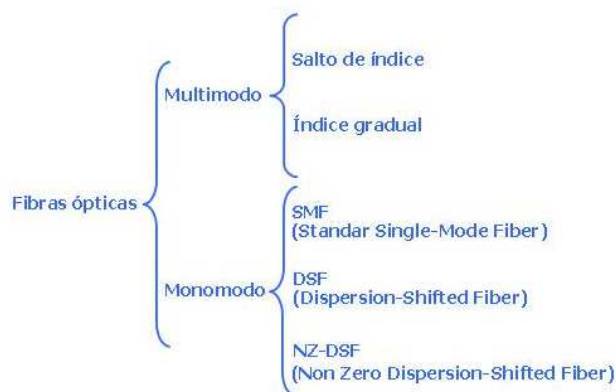


Figura 2.5 Tipos de Fibras Ópticas<sup>7</sup>

<sup>7</sup>(GCO, 2008). Tutorial de Comunicaciones Ópticas [nemesi.tel.uva.es]. Recuperado de [http://nemesi.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2\\_1\\_1.htm](http://nemesi.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm)

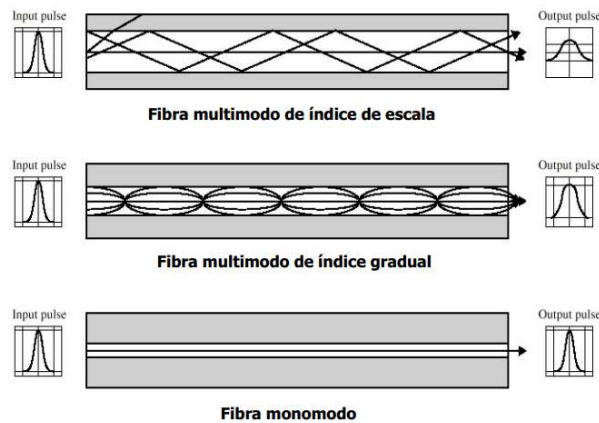


Figura 2.6 Propagación de la luz en las fibras<sup>8</sup>

#### 2.2.5.1.1. Fibra Multimodo MM

En este tipo de fibra óptica se pueden propagar varios haces de luz de forma simultánea. El diámetro del núcleo de este tipo de fibras suele ser  $50\mu\text{m}$  ó  $62.5\mu\text{m}$ , por lo que el acoplamiento de la luz es sencillo. En la figura 2.7 se observa el diámetro de una fibra multimodo

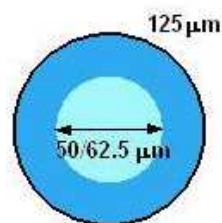


Figura 2.7 Diámetro de la fibra multimodo<sup>9</sup>

<sup>8</sup>(Theone, 2012). Tipos de Fibra Óptica [pablotheone.files.wordpress.com]. Recuperado de <http://pablotheone.files.wordpress.com/2012/11/a35.png>

<sup>9</sup>(GCO, 2008). Tutorial de Comunicaciones Ópticas [nemesi.tel.uva.es]. Recuperado de [http://nemesi.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2\\_1\\_1.htm](http://nemesi.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm)

### 2.2.5.1.2. Fibra Multimodo de Índice en Escalón o Salto de Índice

Fue el primero en crearse, en su mayoría fue fabricado por material de plástico, con un limitado ancho de banda, el índice de refracción del núcleo y del revestimiento son uniformes, los rayos de luz llegarán a diferentes tiempos, razón por la cual se produce la dispersión en un ancho de banda muy bajo.

### 2.2.5.1.3. Fibra Multimodo de Índice Gradual

El índice del núcleo varía gradualmente desde el centro del núcleo hasta el revestimiento. Se reduce la dispersión puesto que se logra conseguir la reducción de camino por la cual se propaga la luz.

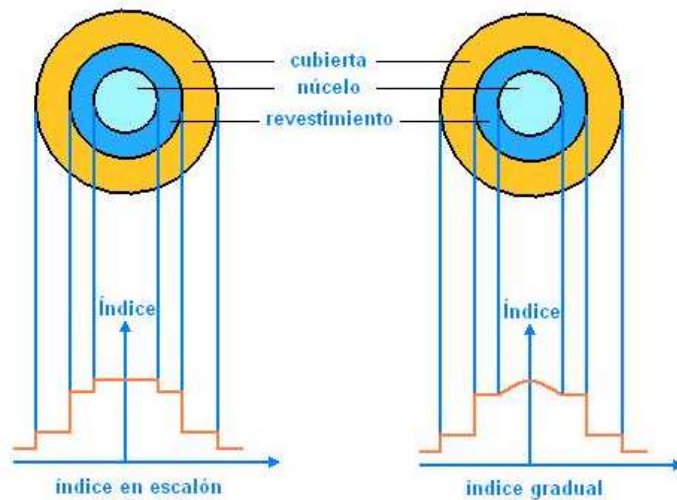


Figura 2.8 Índice en Escalón e índice gradual<sup>10</sup>

<sup>10</sup>(GCO, 2008). Tutorial de Comunicaciones Ópticas [nemesi.tel.uva.es]. Recuperado de [http://nemesi.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2\\_1\\_1.htm](http://nemesi.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm)

### 2.2.5.2. Fibra Monomodo SM

En estas fibras sólo se propaga un modo por lo que se evita la dispersión modal. Esto se debe al pequeño tamaño de su núcleo menos de  $9\mu\text{m}$ . Esto dificulta el acoplamiento de la luz, pero permite alcanzar mayores distancias y tasas de transmisión más elevadas que la fibra óptica multimodo.

Las fibras monomodo tienen las siguientes características:

- Diámetro del núcleo muy pequeño, se observa en la figura 2.9
- Ancho de banda ilimitado, en teoría 200 Tbps
- Alcanza mayores distancias

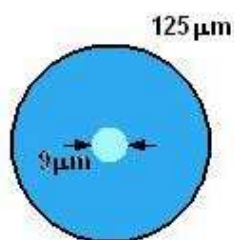


Figura 2.9 Diámetro de la Fibra Monomodo<sup>11</sup>

Dentro de las fibras monomodo tenemos destacan tres tipos de fibra:

#### 2.2.5.2.1 Fibra monomodo o estándar, SMF (*Standar Single Mode Fiber*).

Este tipo de fibra monomodo tiene como características más destacadas una atenuación de unos 0,2 dB/km y una dispersión cromática de 16 ps/km·nm.

<sup>11</sup>(GCO, 2008). Tutorial de Comunicaciones Ópticas [nemesi.tel.uva.es]. Recuperado de [http://nemesi.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2\\_1\\_1.htm](http://nemesi.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm)

### 2.2.5.2.2 Fibra DSF (*Dispersion Shifted Fiber*).

Las fibras DSF son fabricadas de tal manera que logran tener una dispersión cromática nula. Por contra su atenuación aumenta ligeramente (unos 0.25Db/km); y su principal inconveniente se debe a los efectos no lineales

### 2.2.5.2.3 Fibra NZDSF (*Non Zero Dispersion Shifted Fiber*).

Posteriormente a la fibra anterior, se crea la fibra NZDSF. Tienen un valor de dispersión próximo a cero pero, no nulo, para lograr contrarrestar los efectos de los fenómenos no lineales mediante la dispersión cromática.

La figura 2.10 representa la curva de la dispersión cromática de estas tres fibras ópticas SM para distintas longitudes de onda.

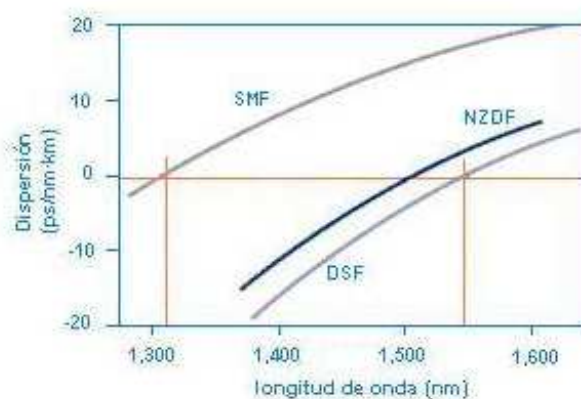


Figura 2.10 Dispersión cromática de las fibras monomodo SMF DSF, NZDSF<sup>12</sup>

<sup>12</sup>(GCO, 2008). Tutorial de Comunicaciones Ópticas [nemesis.tel.uva.es]. Recuperado de [http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2\\_1\\_1.htm](http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm)

### 2.2.6. Banda Espectral Óptica

Para las comunicaciones ópticas se usa la banda espectral desde 800 – 1675 nm. La ITU designa 6 bandas espectrales para las comunicaciones con fibra que van desde 1260 a 1675 nm, las regiones son conocidas por las letras O,E,S,C,L, U observar tabla 2.3

BANDA ESPECTRAL ÓPTICA		
BANDA	Longitud de Onda (nm)	Fibra
Original Band (O)	1260 - 1360	Multimodo/ Monomodo
Extended Band (E)	1360 - 1460	Monomodo
Short Band (S)	1460 - 1530	Monomodo
Conventional Band ©	1530 - 1565	Monomodo
Long Band (L)	1565 - 1625	Monomodo
Ultralong Band (U)	1625 - 1675	Monomodo

Tabla 2.3 Regiones asignadas por la ITU<sup>13</sup>

En la figura 2.11 se puede observar la banda espectral óptica, Atenuación Vs. Longitud de onda Vs.

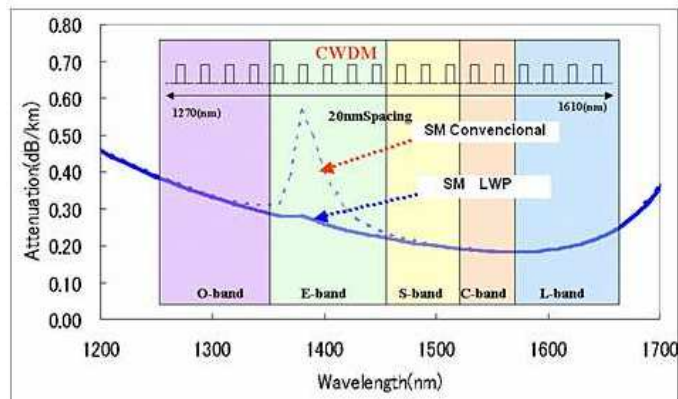


Figura 2.11 Banda Espectral Óptica<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

<sup>14</sup> (TELNET, 2013). Fibra óptica para redes de nueva generación (NGN) [telnet-ri.es]. Recuperado de <http://www.telnet-ri.es/soluciones/cable-fibra-optica-y-componentes-pasivos/fibra-optica-para-redes-de-nueva-generacion-ngn/>



### 2.2.7. Diámetros de la fibra

El diámetro del núcleo como del recubrimiento varían a lo largo del recorrido de la fibra, la excesiva variación del diámetro del núcleo y recubrimiento produce altas pérdidas, y problemas de conexión.

TIA/EIA 568B asigna un rango de tolerancias en cuanto a la variación del diámetro, este estándar hace referencia a un estándar internacional ICEA S-83-596-2011, en la tabla 2.4 se muestra la tolerancia de la variación de los diámetros.

	MONOMODO	MULTIMODO
Diámetro del núcleo	(+) 0,5 1310nm (+) 0,7 1550nm	(+) 3 850nm (+) 3 1300nm
Diámetro del Revestimiento	(+) 1 um	(+) 2 um

Tabla 2.4 Tolerancias de variación en el diámetro de las fibras<sup>15</sup>

### 2.2.8. Offset y no circularidad

La fibra óptica no puede ser exactamente circular y también el núcleo no puede estar en el centro del revestimiento, al ocurrir esto se tendrá pérdida de potencia en empalmes y conectores. La TIA/EIA 568B asigna un rango tolerante que se muestra en la tabla 2.5.

FIBRA	Longitud de Onda	Ovalidad	Offset um
Monomodo	1310 nm	≤ 1%	≤ 0,6
Monomodo	1550 nm	≤ 1%	≤ 0,6
Multimodo		≤ 2%	≤ 3,0

Tabla 2.5 Tolerancias de Offset y circularidad de la fibra<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias.

### 2.2.9. Atenuación

La atenuación limita la distancia de transmisión de manera diferente a la que limita la dispersión, si existe pérdida de potencia a través de la fibra, no llegará la suficiente potencia al receptor.

La atenuación la conocemos como pérdida de potencia a través del recorrido de la fibra y la expresamos en unidades de db/km.

En la tabla 2.6 se observa las tasas máximas de atenuación de acuerdo a la TIA/EIA 568B

FIBRA	Longitud de Onda	Diámetro del núcleo um	Tasa de Atenuación db/km
Multimodo	850	62,5	3,5
Multimodo	850	50	3,5
Multimodo	1300	62,5	1,5
Multimodo	1300	50	1,5
Monomodo	1310 nm	8,2	0,5 - 1,0
Monomodo	1550 nm	8,2	0,25

Tabla 2.6 Tasas máximas de Atenuación<sup>16</sup>

En la tabla 2.7 se observa la tasa promedio de atenuación de acuerdo a la TIA/EIA 568B

FIBRA	Longitud de Onda	Diametro del núcleo um	Tasa de Atenuación db/km
Multimodo	850	62,5	2,8 - 3,0
Multimodo	850	50	2,5 - 2,7
Multimodo	1300	62,5	0,7
Multimodo	1300	50	0,7
Monomodo	1310 nm	8,2	0,3 - 0,35
Monomodo	1550 nm	8,2	0,2

Tabla 2.7 Tasa promedio de Atenuación<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

### 2.2.10. Estándares

En la figura 2.12 se mencionan los principales grupos de estándares de Fibra Óptica



Figura 2.12 Estándares para Fibra Óptica<sup>17</sup>

Entre los nombrados se puede describir:

- ANSI (American National Standards Institute)
- ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones)
- TIA / EIA (Telecommunications Industry Association / Electronic Industries Alliance)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

En la tabla 2.8 que se observa a continuación se mencionan las recomendaciones ITU-T

<sup>17</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

ITU-T Rec. No.	Descripción
G.651	Fibra multimodo para uso a 850nm en un campus
G.652 a,b	Fibra SM estándar (1310 nm optimizada)
G.652 c	Fibra Low - water - peak (LWP) para C-WDM - Red Metro
G.652 d	Fibra (LWP) y baja dispersión, fibra para PON
G.653	Fibra dispersión - desplazada (obsoleta por G. 655)
G.654	Para aplicaciones submarinas de larga distancia
G.655 a,b	cero dispersión, fibra NZDSF para larga distancia
G.656	Baja dispersión cromática, fibra para CWDM

Tabla 2.8 Recomendaciones ITU-T para fibras ópticas de telecomunicaciones.<sup>18</sup>

### 2.2.11. Áreas de aplicación de la Fibra Óptica

La fibra óptica tiene su beneficio debido a los diferentes tipos de fibra que existen, se menciona los siguientes:

**Submarino.-** Para las aplicaciones submarinas se utiliza fibra SM NZDS a 1550nm. Las fibras ITU-T G.655 NZDS son optimizadas para aplicaciones DWDM.

**Larga distancia (Long Haul).-** Necesariamente se utiliza fibra SM modo ITU-T G.655 NZDS operado a 1550nm.

**Corto alcance (Short Haul).-** Generalmente se utiliza G.652 a 1310nm para compañías de telefonía, CATV, servicios públicos, para crecimientos futuros utilizará fibra NZDS.

**Subscriber (FTTx).-** Trabaja con la fibra G.652 para cumplir las recomendaciones FTTx.

<sup>18</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

**Edificios / Campus.-** transmisión de voz, video y datos se utiliza fibras MM de láser optimizado 62.5/125 y 50/125. Dentro de la fibra MM tenemos la OM1, OM2, OM3 y OM4, en la tabla 2.9 se observa las comparaciones entre las mismas.

Estándar	Características	Longitud de Onda (nm)	Aplicaciones	Diámetro del núcleo um
G.651.1 ISO/IEC 11801:2002( <b>OM1</b> )	Fibra MM GI legacy	850 - 1300	Comunicaciones de datos en redes de acceso	62.5
G.651.1 ISO/IEC 11801:2002( <b>OM2</b> )	Fibra MM GI legacy	850 - 1300	Comunicaciones de datos y video en redes de acceso	50
G.651.1 ISO/IEC 11801:2002( <b>OM3</b> )	Láse optimizado, fibra MM GI. 50/125 um máximo	Optimizado por 850	Comunicaciones Giga Eth y 10 Gigas eth en redes locales de hasta 300 metros	50
G.651.1 ISO/IEC 11801:2002( <b>OM4</b> )	VCSEL optimizado	Optimizado por 850	Transmisiones de 40 y 100 Gbps en data centers	50

Tabla 2.9 Comparaciones MM<sup>19</sup>

**2.2.12. Comparación entre MM y SM.-** Se observa en la tabla 2.10

	Multimodo	Monomodo
Costo de la fibra	Caro	Menos caro
Equipo de transmisión	Básico y de bajo costo(LED)	Más caro (Diodo láser)
Atenuación	Alta	Baja
Longitudes de onda de Transmisión	850 a 1300 nm	1260 a 1650 nm
Uso	Gran núcleo más fácil de manejar	Conexiones más complejas
Distancias	Redes locales < 2 Km	Acceso medianas/largas distancias >200 Km
Ancho de banda	Limitado(10Gbps) en distancias muy pequeñas	Casi infinito > 1 Tbps DWDM
Conclusión	La fibra es más costosa pero el despliegue de red es relativamente más económico	Provee alto rendimiento, pero la construcción de la red es más costosa

Tabla 2.10 Comparación entre MM y SM<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Elaborada por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

### 2.2.13. Código de colores de la Fibra Óptica

Al igual que en las resistencia, cable UTP, etc., también existe el código de colores en la fibra óptica que nos sirve para poder identificar cierta fibra o un grupo de fibras, el código de colores varía según el fabricante o estándar. En la figura 2.13 se puede observar el código de colores de SIECOR (Siemens / Corning Glasees)









	1 = VERDE
	2 = ROJO
	3 = AZUL
	4 = AMARILLO
	5 = GRIS
	6 = VIOLETA
	7 = MARRON
	8 = NARANJA

Figura 2.13 Código de colores SIECOR<sup>20</sup>

En la figura 2.14 se tiene dos tubos buffer, y una tabla para la numeración de 64 fibras ópticas, entonces según el código de colores tendremos:






















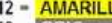



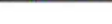
BUFFER	FIBRA N°	Tabla de numeración de 64 FO - código Siecor							
		Fibra							
									
	1 = 	1	2	3	4	5	6	7	8
	2 = 	9	10	11	12	13	14	15	16
	3 = 	17	18	19	20	21	22	23	24
	4 = 	25	26	27	28	29	30	31	32
	5 = 	33	34	35	36	37	38	39	40
	6 = 	41	42	43	44	45	46	47	48
	7 = 	49	50	51	52	53	54	55	56
	8 = 	57	58	59	60	61	62	63	64
	9 = 								
	10 = 								
	11 = 								
	12 = 								
	13 = 								
	14 = 								
	15 = 								
	16 = 								

Figura 2.14 Código SIECOR para dos tubos buffer y 64 fibras<sup>20</sup>

<sup>20</sup>Olls, D. (10 de noviembre de 2012). Códigos de colores Fibra Óptica <http://es.scribd.com/>. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/112759941/Codigos-de-colores-Fibra-Optica>

En la figura 2.13 se tiene el Código de Colores Estándares **TIA-598-A** fabricados por **PIRELLI - ALCATEL**

	1 = AZUL
	2 = NARANJA
	3 = VERDE
	4 = MARRON
	5 = GRIS
	6 = BLANCO
	7 = ROJO
	8 = NEGRO
	9 = AMARILLO
	10 = VIOLETA
	11 = ROSA
	12 = CELESTE

Figura 2.13 Código de colores TIA-598-A PIRELLI-ALCATEL<sup>21</sup>

Igualmente cuando se tiene 12 tubos buffer la ubicación e identificación de cada fibra será como se observa en la figura 2.14

Tabla de numeración de cables de 144 FO - Código de Colores Estándares TIA-598 A Fibra Óptica
























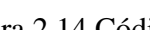
Fibra												
Tubo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144

Figura 2.14 Código de colores TIA-598-A PIRELLI-ALCATEL-144 hilos de fibra<sup>21</sup>

<sup>21</sup>(Olls, 2012). Códigos de colores Fibra Óptica [http://es.scribd.com/]. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/112759941/Codigos-de-colores-Fibra-Optica>

Se debe de tener claro que no es lo mismo el código de colores de las fibras que el de las cubiertas del cable, por ejemplo para cables de interiores, las fibras multimodo MM 50/125 y 62.5/125 la cubierta es de color naranja, y las actuales como OM3 y OM4 son de color celeste, las monomodo son cubiertas de color amarillo y finalmente los cables de fibra óptica para exteriores la cubierta es de color negro. En la figura 2.17 se observa el color de cable dependiendo de dónde se va a utilizar.

**Código de color de la fibra óptica para Cubiertas (TIA/EIA-598)**

	<b>MaxCap-BB-OM3/OM4</b> 400, 800, LSZH, 525, B25, LSZH25, todas las series de interconexión, riser, plenum y LSZH
	<b>MMF - 62.5/50µm, OM1/OM2+</b> 400, 800, LSZH, 525, B25, LSZH25, todas las series de interconexión, riser, plenum y LSZH
	<b>Monomodo mejorado incluyendo BB-XS</b> 400, 800, LSZH, 525, B25, LSZH25, todas las series de interconexión, riser, plenum y LSZH
	<b>Híbrido</b> 400, 800, LSZH, 525, B25, LSZH25, todas las cables interiores-exteriores y cables de planta exterior independientemente del tipo de fibra

Figura 2.15 Código de colores de cubiertas de fibra<sup>22</sup>

#### 2.2.14. Conectores de Fibra Óptica

Tal como el cable de cobre utiliza conectores RJ45 para conectarse a los dispositivos o equipos activos, igualmente la fibra óptica necesita de conectores en sus extremos para conectarse a los equipos de fibra, o a su vez se necesita se necesita un empalme de fusión de la fibra a un pigtail.

<sup>22</sup>(EMTT, 2010). Código de colores en fibras ópticas [marismas-emtt.blogspot.com]. Recuperado de <http://marismas-emtt.blogspot.com/2010/06/codigo-de-colores-en-fibras-opticas.html>



En la figura 2.18 se observa los principales tipos de conectores de fibra que se conectan a dispositivos y equipos activos



Figura 2.16 Tipos de conectores de fibra<sup>23</sup>

### Utilización<sup>24</sup>

Los conectores se utilizan de acuerdo al tipo de conector que tenga el equipo que se va a utilizar y de acuerdo a la aplicación, por lo general se utiliza de la siguiente manera:

SC y SC-Dúplex estos conectores generalmente son utilizados para la transmisión de datos.

LC y MT-Array son utilizados en transmisiones de gran densidad de datos.

ST o BFOC se utiliza para redes de edificios y sistemas de seguridad.

FC, utilizados en transmisión de datos y en telecomunicaciones.

FDDI, son utilizados para redes de fibra óptica.

<sup>23</sup>([aprendeainstalar.infored.mx](http://aprendeainstalar.infored.mx), s/f). Fibra Óptica [[aprendeainstalar.infored.mx](http://aprendeainstalar.infored.mx)]. Recuperado de [http://aprendeainstalar.infored.mx/726442\\_FIBRA--PTICA-Y-CONECTORES.html](http://aprendeainstalar.infored.mx/726442_FIBRA--PTICA-Y-CONECTORES.html)

<sup>24</sup> (Beltrán, 2014)

### 2.2.15. Fiber Runner

Los Fiber Runner son sistemas físicos de enrutamiento del cable de fibra óptica, se los utiliza dentro de edificios, data center, en muchas circunstancias reemplazan las canaletas metálicas.

En la figura 2.17 se observa accesorios de fiber runner para el enrutamiento físico de la fibra hacia los equipos.

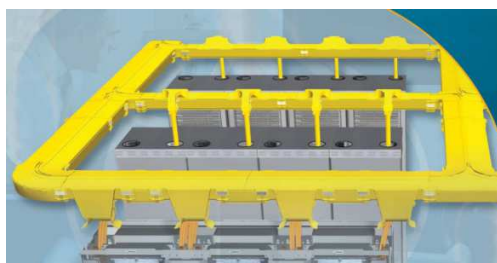


Figura 2.17 Fiber Runner para paso de Fibra Óptica<sup>25</sup>

### Colores de fiber runner

Existen tres colores estándar de fiber runner para satisfacer la estética del centro de datos y para diferenciar los diferentes tipos de cables tendidos dentro de una oficina central de datos. En la figura 2.18 se puede observar los colores estándar existentes de fiber runner.



Figura 2.18 Colores estándar de fiber runner<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> <sup>25</sup>(Panduit, 2011).

<sup>26</sup>(Panduit, 2011). Application Guide For FiberRunner [http://www.openup.es/]. Recuperado de <http://www.openup.es/wordpress/wp-content/uploads/2013/10/Panduit-Fiber-Runner-Brochure.pdf>

- Fiber Amarillo.- Utilizado para una sola ruta de cable de fibra SM
- Fiber Negro.- Utilizado en data center, principalmente por estética
- Fiber Naranja.- Utilizada generalmente con fibra MM.

### **Ventajas del fiber runner frente a bandejas metálicas**

Existen muchas ventajas dentro de las cuales se mencionan las siguientes:

- Mayor protección que las bandejas metálicas.
- El costo de instalación es hasta 3 veces más rápido que las bandejas metálicas.
- El tendido del cableado más sencillo de fibra y cobre es más sencillo.
- Se tiene un acceso sencillo a la canalización e identificación de cables.
- No tiene bordes afilados por lo cual evita el dañar los cables.
- Por ser de material plástico, no necesita conectarse a tierra
- Para el diseño existen herramientas como AutoCad y Visio para la realización de proyectos
- Excelente estética en un data center o edificio
- Facilidad de crecimiento futuro con una amplia gama de accesorios, de diferentes tamaños y colores.
- Cumple con los estándares de requerimientos

### **Desventaja**

- Al ser un excelente material de ruteo físico y dar gran protección al medio de conducción su costo es elevado.

### **CAPITULO 3**

## **ESTUDIO DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA REPOTENCIAR EL LABORATORIO DE REDES Y COMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL.**

### **Introducción**

En este capítulo se realizó el estudio, diseño e implementación de la red de fibra óptica, utilizando diferente tipo de material, bandejas especialmente de fibra, así como también equipos activos, que servirá para unir las dos redes del laboratorio, RED LOCAL A y RED LOCAL B, simulando a un Backbone de fibra óptica.

### **3.1 Estudio de la red de fibra óptica para el laboratorio de Redes y Comunicaciones de la Universidad Israel.**

En la actualidad grandes empresas, edificios, centros educativos, cuentan con su red de fibra óptica, ya que presentan muchas ventajas frente a las redes de cobre como, mayor alcance en distancia, soportan altas velocidades de transmisión de datos, es inmune al ruido electrónico, ventajas por la cual la gran mayoría de usuarios en el mundo tienden a implementar sus redes de datos con fibra óptica.

Por esta razón se realizó un estudio en la Universidad Israel y se verifica que el Laboratorio de Redes y Comunicaciones no cuenta con una red de Fibra Óptica que permita familiarizar a los estudiantes con este tipo de tecnología.

Dentro del estudio que se realizó para el desarrollo del trabajo de graduación se tiene:

- Estudio de los beneficios y contras para realizar el trabajo de graduación
- Estudio del espacio físico disponible
- Estudio de la tecnología a utilizarse
- Estudio de los costos para la elaboración del trabajo

### **Estudio de los beneficios y contras para realizar el trabajo de graduación**

Al realizar el estudio de una red de fibra óptica para el laboratorio de redes y comunicaciones, se analizan los beneficios y las contras que se tendrá al desarrollar el trabajo de grado.

Entre los beneficios se tiene:

- Adquirir conocimientos y destrezas para estudiar, diseñar e implementar una red de fibra óptica
- La Universidad Israel contará con un laboratorio, que permita a sus estudiantes el estudio de dispositivos electrónicos y accesorios de fibra óptica.
- Al adquirir conocimientos de fibra óptica se tiene mayores oportunidades laborales y profesionales en el mundo de las redes y telecomunicaciones.
- Beneficios que serán de gran apoyo y uso para la Universidad Israel, docentes y estudiantes.

Entre las contras se tiene:

- Para una completa enseñanza de fibra óptica, la Universidad Israel tiene que adquirir equipos muy costosos.

### **Estudio del espacio físico disponible**

Se estudia el espacio físico disponible para la elaboración del proyecto. Se tiene un área de 6 x 9 Metros cuadrados, en la cual se observa que se tiene 8 mesas distribuidas uniformemente en el laboratorio para el trabajo de los estudiantes.

Mediante el estudio y el espacio físico disponible se propone armar dos redes diferentes, cada red de 16 puntos, se tendrá un rack A y un Rack B, instalados diagonalmente, estos dos racks se unirán a través de la red de fibra óptica, simulando de esta manera tener la conexión de dos ciudades.

### **Estudio de la tecnología a utilizarse**

Al ser el espacio pequeño y la implementación dentro de la Universidad Israel, se estudia el tipo de fibra óptica que es recomendable utilizar por norma, para lo cual se concluye que la fibra a utilizarse es una multimodo OM3, e igualmente los equipos activos de conexión. Mediante el estudio realizado sacamos los equipos y accesorios que serán necesarios para el desarrollo del proyecto.

### **Estudio de los costos para la elaboración del trabajo**

Es un aspecto muy importante realizar el estudio de los costos para la elaboración del trabajo de graduación, ya que de esta manera se puede dar un alcance económico al proyecto.

Para poder obtener costos reales se solicita proformas del material, dispositivos electrónicos y accesorios a varios proveedores, con esto se puede sacar un costo promedio necesario para desarrollar el trabajo de graduación. Estos valores pueden ser observados en el capítulo IV.

En base al estudio realizado se procede con el diseño de la red de fibra óptica

### **3.2 Desarrollo del diseño de la red de fibra óptica para el laboratorio de Redes y comunicaciones de la Universidad Israel**

El laboratorio de redes de la Universidad Israel se lo diseño para 32 usuarios, los mismos que están divididos en dos redes de 16 usuarios cada uno, teniendo de esta manera una red local A y una red local B, se tiene dos racks de comunicaciones que tienen una distancia de separación de 25 metros.

El medio físico, capa 1 del modelo de OSI que unirá estas dos redes será la fibra óptica y los conversores, para posteriormente unirlos a nivel de capa 3 con equipos activos como los routers, la red local A manejará la subred 192.168.0.0 con máscara 24 bits y la red local B tendrá la subred 192.168.1.0 igualmente con máscara 24 bits, se agregarán las rutas respectivas en los routers y se tendrá conexión lógica entre las dos redes.

En la figura 3.1 se observa un diagrama físico de las dos redes conectadas físicamente por fibra.

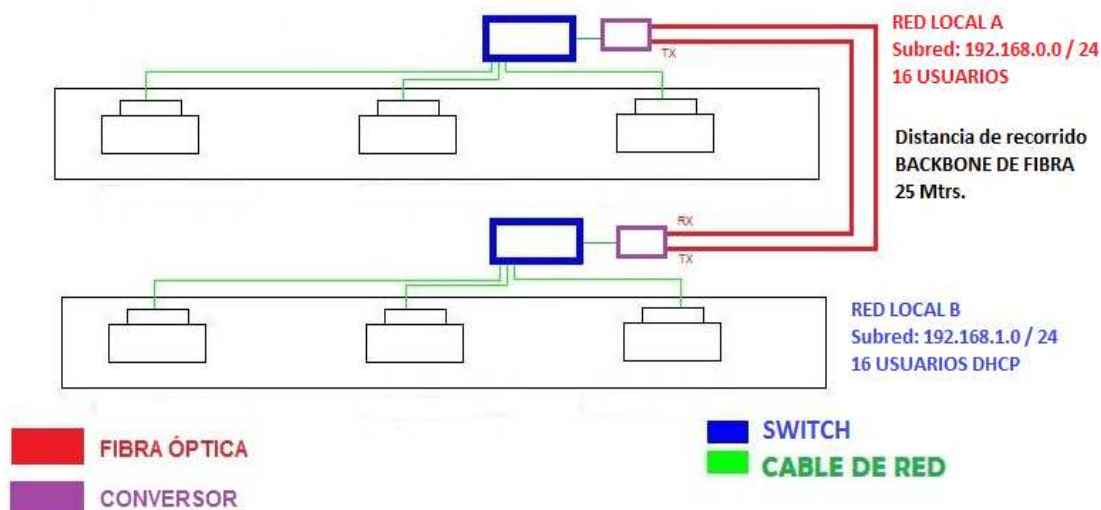


Figura 3.1 Diagrama de red para el laboratorio de Redes y Comunicaciones de la Universidad Israel<sup>27</sup>

Como se observa en la figura anterior, se tiene las dos redes A y B, cada red con un equipo activo Switch de 24 puertos, que se encarga de conectar los 16 usuarios, seguido con el convertidor en cada red, que es el equipo activo que une la red de fibra y transforma la señal de luz en señal eléctrica para conectarse al switch con un patch cord RJ45.

De esta manera se une físicamente las dos redes.

En la figura 3.2 se observa el diagrama lógico de conexión de las dos redes A y B.

<sup>27</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias



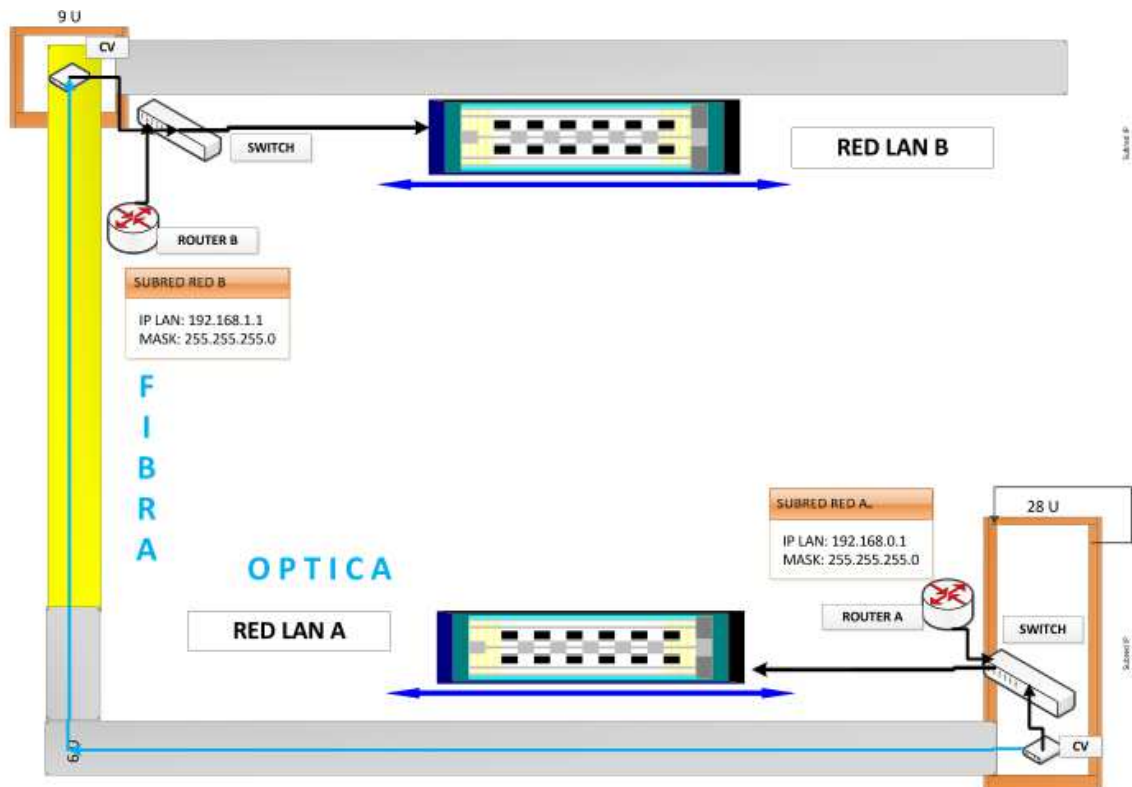


Figura 3.2 Diagrama lógico de red de fibra U Israel<sup>26</sup>

En la figura anterior se observa cómo se van unir las dos redes a nivel de capa 3, en los routers de la red A y B se agregarán las rutas estáticas correspondientes, de manera que se puedan unir las dos redes, la subred A es 192.168.0.0/24 y la subred B es 192.168.1.0/24.

De esta manera se obtiene la conexión de las dos redes, simulando la conexión entre dos ciudades a través de fibra óptica.

Luego de haber realizado el estudio, y el diseño, se procede con la implementación del trabajo de graduación.

<sup>26</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

### **3.3 Proceso de implementación de la red de fibra óptica en el laboratorio de redes y comunicaciones de la Universidad Israel**

Para tener claro el proceso de implementación se lo ha dividido en 5 etapas, las mismas que se mencionan a continuación.

- Etapa 1.- Retiro de material inútil y limpieza del laboratorio
- Etapa 2.- Instalación de canaletas, fiber runner y soportes para el tendido de la fibra
- Etapa 3.- Tendido de la fibra óptica
- Etapa 4.- Fusión e instalación de equipos de fibra
- Etapa 5.- Finalización del proyecto

#### **3.3.1 Etapa 1. Retiro de material inútil y limpieza del laboratorio**

En esta etapa se procede a realizar el retiro de todo material inservible del laboratorio, inicialmente existe:

- Una red de cobre categoría 5e en mal estado,
- Canaletas de red y canaletas eléctricas destruidas,
- Accesorios instalados en el rack que no sirven,
- Cables de red fuera de las canaletas
- Tomacorrientes en mal estado,
- Los computadores desconectados y en desorden,
- Paredes sucias.

Luego de realizar la desinstalación y el retiro del material que no sirve se procede a realizar la limpieza del laboratorio, dentro de lo cual se pintan las paredes del laboratorio con los mismos colores que se encuentran inicialmente.

En la figura 3.3 se observa la parte externa del laboratorio que se va a implementar la red de fibra óptica.



Figura 3.3 Parte externa del laboratorio 3-07<sup>27</sup>

Dentro del laboratorio se observa equipos y red en mal estado tal como se observa en la figura 3.4. Existen equipos Mac, soportes, computadores, monitores, mesas que están almacenados en el laboratorio, los mismos se los procede a llevar al cuarto piso para liberar espacio físico y poder realizar el proyecto de tesis.

---

<sup>27</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias



Figura 3.4 Laboratorio inicial en mal estado<sup>27</sup>

Luego de verificar los equipos que se encuentran demás y con la autorización del Ing. Edwin Lagos encargado del laboratorio, se procede a cargar en el ascensor y subirlos al cuarto piso tal como se observa en la figura 3.5



Figura 3.5 Subida de equipos al cuarto piso<sup>28</sup>

Todos los equipos que se subió por el ascensor, se los almacena en el laboratorio del cuarto piso como se observa en la figura 3.6

---

<sup>28</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias



Figura 3.6 Almacenamiento de equipos en el cuarto piso<sup>28</sup>

Se procede a retirar la red obsoleta y en mal estado, cables, canaletas, conectores, cajetines rotos, y almacenarlos para sacar como basura, tal como se muestra en la figura 3.7



Figura 3.7 Retiro de la red en mal estado y obsoleto<sup>29</sup>

Igualmente se procede a realizar el retiro de los accesorios eléctricos como las canaletas, cajetines, ya que también se encuentran en mal estado, tal como se observa en la figura 3.8

---

<sup>29</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias



Figura 3.8 Retiro de los accesorios eléctricos en mal estado.<sup>29</sup>

Posterior al retiro del material eléctrico en mal estado, se procede a realizar la instalación de los nuevos accesorios eléctricos como canaletas, cajetines y se verifica que el voltaje que llega a los tomacorrientes sean los correctos, tal como se observa en la figura 3.9



Figura 3.9 Instalación y verificación del nuevo tendido eléctrico<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

Con los trabajos realizados anteriormente se ha culminado la primera fase, logrando de esta manera ampliar el espacio y dejar limpio para continuar con la segunda etapa de la implementación.

### **3.3.2 Etapa 2. Instalación de canaletas, fiber runner y soportes para el tendido de la fibra óptica.**

Luego de haber culminado con la primera etapa, y tener un mejor espacio físico se procede con la segunda etapa:

1. Instalación de soporte para las bandejas metálicas
2. Instalación de diferentes bandejas metálicas y accesorios
3. Instalación de soportes, fiber runner y accesorios

#### **Instalación de soporte para las bandejas metálicas**

Se procede a realizar la Instalación de los soportes para las bandejas metálicas, para esto se trabajó con las normas TIA/EIA 569-A(Normas y estándares de cableado estructurado dentro de edificios) y TIA/EIA 568-B.3(Normas y estándares de cableado estructurado para fibra óptica), cabe mencionar que en las normas menciona que el diseñador de la red debe de tomar decisiones para el montaje de acuerdo al espacio físico donde se vaya a trabajar.

En la figura 3.10 muestra los soportes y las varillas sin fin cortadas de acuerdo a las medidas necesarias, en este caso fue de 50 cm de largo, luego se procede a taladrar el techo con una broca de cemento para ingresar los tacos.



Figura 3.10 Preparación para instalación de soportes<sup>31</sup>

Posteriormente luego de taladrar acorde a las medidas, se realiza la instalación de los soportes (varillas sin fin), se necesitó instalar varios soportes para las canaletas metálicas. En la figura 3.11 se observa la instalación de los soportes.

---

<sup>31</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias





Figura 3.11 Instalación de soportes<sup>32</sup>

### **Instalación de diferentes bandejas metálicas y accesorios**

Luego de haber concluido con la instalación de los soportes, se procede con la instalación de las bandejas metálicas, para esto se tiene que aclarar que por las mismas bandejas además de pasar la fibra óptica también pasará cable de cobre CAT 6A para la distribución y conexión de los 32 usuarios, razón por la cual se instaló bandejas de diferentes medidas unidas con reducciones, y para hacerlo muy didáctico se instaló bandejas de distintos modelos como son bandejas perforadas, bandejas tipo escalera, bandejas tipos canastilla, bandeja cerrada con tapa, de esta manera se podrá observar los modelos de canaletas que existen en el mercado y cuál sería su uso.

En la figura 3.12 se observa que se empiezan a montar las bandejas, como se mencionó anteriormente existen varios tipos de bandejas, por lo que se colocan la bandeja tipo escalerilla (izquierda) y bandeja tipo canastilla (derecha), sobre los soportes.

---

<sup>32</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias



Figura 3.12 Montaje de bandejas<sup>33</sup>

Luego de la colocación previa de las bandejas metálicas, se debe proceder a verificar que las medidas estén correctas, y también nivelar las bandejas para fijarles a los soportes, tal como se observa en la figura 3.13.



Figura 3.13 Medidas y nivelación de las bandejas metálicas<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

NOTA.- Como se observa en la figura 3.13, es la manera correcta de realizar los trabajos de montaje de cableado estructurado, puesto que se utiliza casco de protección, gafas, audífonos de seguridad, guantes, cumpliendo con las normas de seguridad.

Posterior a la medición y nivelación, se procede a ajustar y fijar las bandejas metálicas, quedando ya la estructura lista para el paso del cable, tanto de cobre como el cable de fibra óptica.

En la figura 3.14 se observa varias vistas de la terminación de la estructura metálica lista, para el paso de los cables.



Figura 3.14 Vistas de la estructura metálica terminada<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

### Instalación de soportes, fiber runner y accesorios

Al igual que las bandejas metálicas, existe estructura especialmente para fibra óptica conocida como fiber runner, este tipo de material se lo utilizó en la parte posterior del laboratorio que sirve para unir las dos redes A y B.

Existe gran cantidad de accesorios de fiber runner y entre las principales ventajas de utilizar este material es que su instalación es más fácil y rápida en cuanto a la estructura como bandejas metálicas.

En la figura 3.15 se tienen los accesorios que se van a utilizar en la implementación de la estructura de fiber runner, entre los que se observan están, soporte de fibra, unión, tapa final, manguera de fibra, fit, tapa de fiber, codo interno.



Figura 3.15 Accesorios de fiber runner<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

Se procede con la instalación de los soportes de fiber runner, figura 3.16, cabe mencionar que estos soportes son distintos a los soportes de bandejas metálicas, son exclusivos de fiber.



Figura 3.16 Instalación de soportes de fiber runner<sup>36</sup>

Una vez instalados los soportes en el techo se realiza la instalación previa del fiber y sus accesorios en el piso, como se observa en la figura 3.17



Figura 3.17 Instalación previa del fiber runner y sus accesorios<sup>36</sup>

---

<sup>36</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

Cuando ya se tiene previamente armado el fiber con sus accesorios, se procede a montarlos y fijarlos en los soportes como se observa en la figura 3.18



Figura 3.18 Instalación del fiber sobre<sup>37</sup>

---

<sup>37</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

Luego de haber realizado los trabajos anteriores, está lista la estructura de fiber runner, como se observa en la figura 3.19, para posteriormente continuar con el paso de la fibra óptica.



Figura 3.19 Fiber runner instalado acorde a las normas de cableado estructurado<sup>38</sup>

---

<sup>38</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

### 3.3.3 Etapa 3.- Tendido de la fibra óptica

En esta etapa se procede a realizar la instalación de la fibra óptica del rack de la red A, hacia el rack de la red B, para esto la fibra óptica atravesará las dos estructuras, la de bandejas metálicas y la de fiber runner.

En la figura 3.20 se observa el tendido de la fibra óptica por la estructura de bandeja metálica, se tiene el paso de la fibra MM-OM3, y del cable externo de fibra MM de 12 hilos, el mismo que simulara el ingreso a un ODF en el rack A.



Figura 3.20 Tendido de la fibra por la Estructura Metálica<sup>39</sup>

<sup>39</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias



En la figura 3.21 se visualiza el tendido de la fibra óptica por la estructura fiber runner, conectándose desde la bandeja metálica tipo canastilla, hasta el rack B. por los extremos de la estructura ingresan y salen los cables por las mangueras fiber.

En el fiber se observa un corte tipo V, es un corte que se realizó con el fin de que didácticamente se observe como pasan los cables, en este caso cable de cobre que sirve como un Back Up, un cable de fibra externo de 12 hilos con el propósito de conectarlo en el rack A hacia un ODF, y finalmente el cable celeste que por su código de colores se sabe que se trata de un MM-OM3 que el que realizará la conexión entre las dos redes a nivel de capa 1.



Figura 3.21 Tendido de la fibra por la estructura de fiber runner<sup>40</sup>

---

<sup>40</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

### 3.3.4 Etapa 4. Fusión e Instalación de equipos de fibra

Al realizar el tendido de la fibra óptica, se tiene dos tipos de cables de fibra.

- Cable externo de color negro
- Cable de color celeste

#### **Cable externo de color negro**

Este cable es un MM de 12 hilos, en este caso sirve para simular una conexión externa en el rack A, ingresará al ODF y se realizará las fusiones para dejar en el patch panel un muestrario de conectores de fibra.

A continuación se explica mediante varias figuras (fotos), todo el procedimiento que se realiza para fusionar la fibra óptica.

**Paso 1.** En este primer paso se abre el ODF, se ingresa por el costado izquierdo la fibra externa, se procede a sacar el recubrimiento externo para dejar únicamente el cable interno que contiene las doce fibras, seguido se asegura el cable externo con el ODF y se realiza una envoltura semicircular al cable que contiene las doce fibras, tal como se observa en la figura 3.22



Figura 3.22 Ingreso del cable Externo hacia el ODF<sup>41</sup>

---

<sup>41</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

**Paso 2.** A continuación se instala el cassette dentro del ODF, el cassette sirve para organizar las fibras fusionadas con el fin de evitar posibles roturas de fibra, como se mira en la figura 3.23 el cassette es para doce empalmes de fusión.

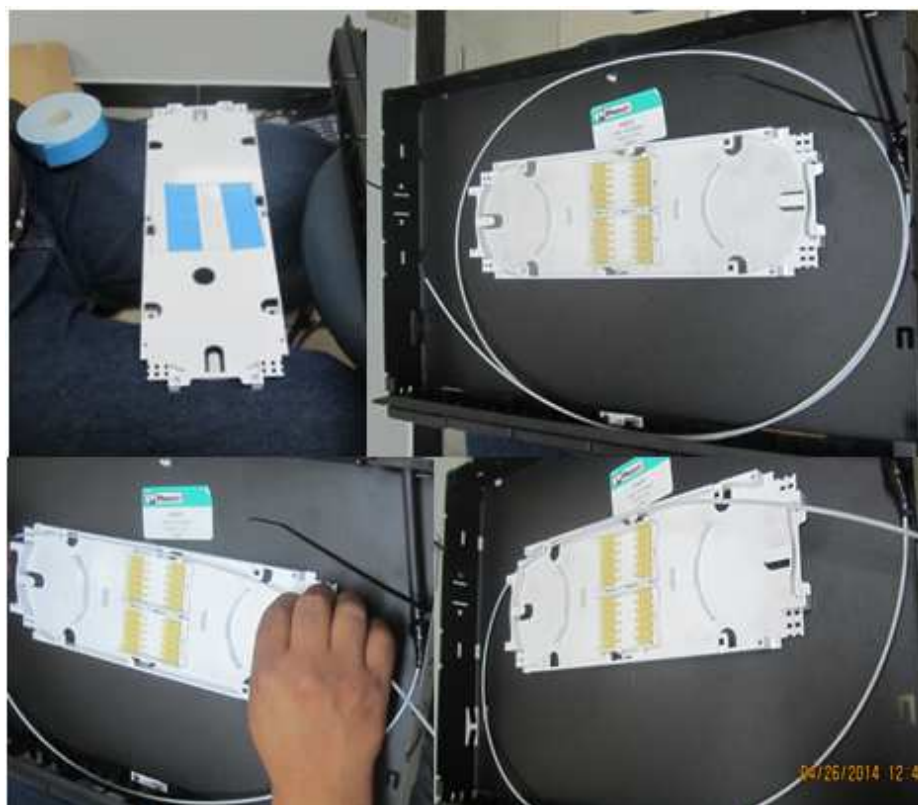


Figura 3.23 Instalación del cassette de fibra en el ODF<sup>42</sup>

**Paso 3.** Se retira el revestimiento secundario de 6 fibras únicamente, ya que son las que se van a utilizar y posteriormente se realiza la limpieza de impurezas con alcohol isopropílico, tal como se visualiza en la figura 3.24

---

<sup>42</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias



Figura 3.24 Eliminar el revestimiento secundario y limpieza de las fibras<sup>43</sup>

**Paso 4.** Se colocan los 6 hilos en el cassette, dejando listo para luego proceder a la respectiva fusión con los pigtail de diferentes conectores, tal como se ve en la figura 3.25

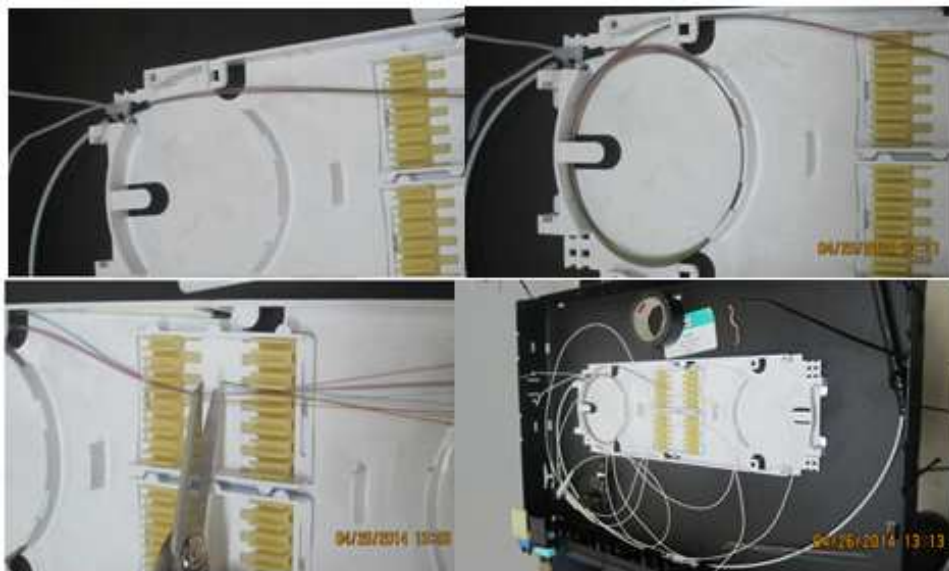


Figura 3.25 Organización de los hilos en el cassette de fibra<sup>43</sup>

<sup>43</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

**Paso 5.** Se colocan los pigtail en el patch panel de fibra y sus extremos en el cassette de fibra para posteriormente realizar la fusión con los 6 hilos del cable externo, tal como se observa en la figura 3.26

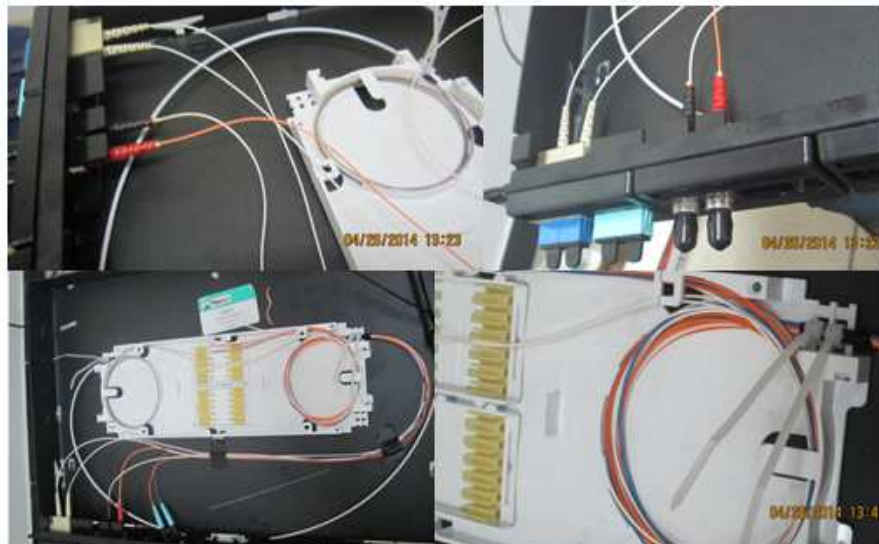


Figura 3.26 Organización de los pigtail en el ODF<sup>44</sup>

**Paso 6.** Se prepara la fusionadora para empezar con la fusión de los terminales de los pigtail con los hilos de fibra, tal como se muestran en las siguientes figuras.



Figura 3.27 Preparación y calibración de la fusionadora<sup>44</sup>

<sup>44</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

Ingresa el hilo de fibra y el terminal del pigtail para ser fusionados por los electrodos, la fusionadora muestra en su pantalla como se va fusionando y finalmente se muestra si la fusión es correcta, se debe de tener pendiente que en la fusión máximo se debe tener pérdidas de 0.1 db. Luego de fusionar se cubre con un recubrimiento de plástico el mismo que se recalienta en la fusionadora, con el fin de proteger la fusión tal como se muestra en la figura 3.28.



Figura 3.28 Proceso de fusión<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

**Paso 7.** Se procede a realizar una prueba mediante el equipo VFL, observando la continuidad de la luz dentro de la fibra, como se muestra en la figura 3.29.



Figura 3.29 Pruebas con el VFL<sup>46</sup>

**Paso 8.** Se procede a ordenar las fusiones en el cassette de fibra, para terminar instalando el ODF en el rack, como se muestra en la figura 3.30.

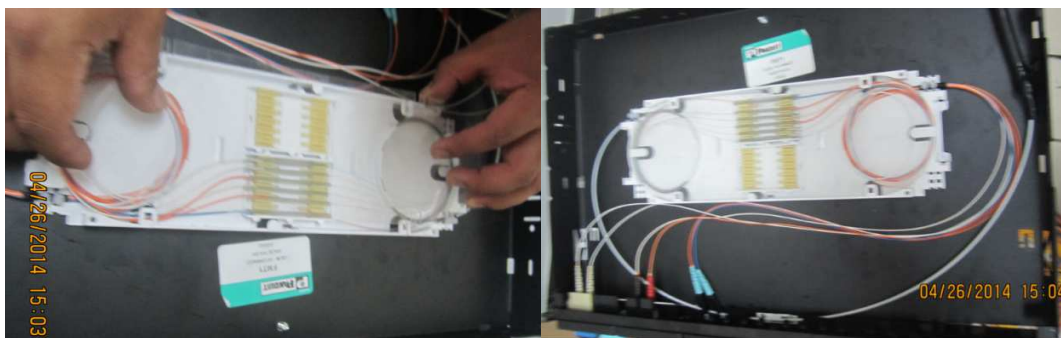


Figura 3.30 Organización final del ODF<sup>46</sup>

<sup>46</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

**Paso 9.** Finalmente se procede a instalar el ODF en el rack A, como se muestra en la figura 3.31



Figura 3.31 Instalación del ODF en el Rack A<sup>47</sup>

<sup>47</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias



### El de color celeste

Cable MM-OM3 que es el principal porque va a unir las dos redes físicamente, el mismo que ya tiene conectores SC en sus extremos, por lo que únicamente se conectarán a un conversor cada extremo y podrá transmitir datos, como se observa en la figura 3.32.

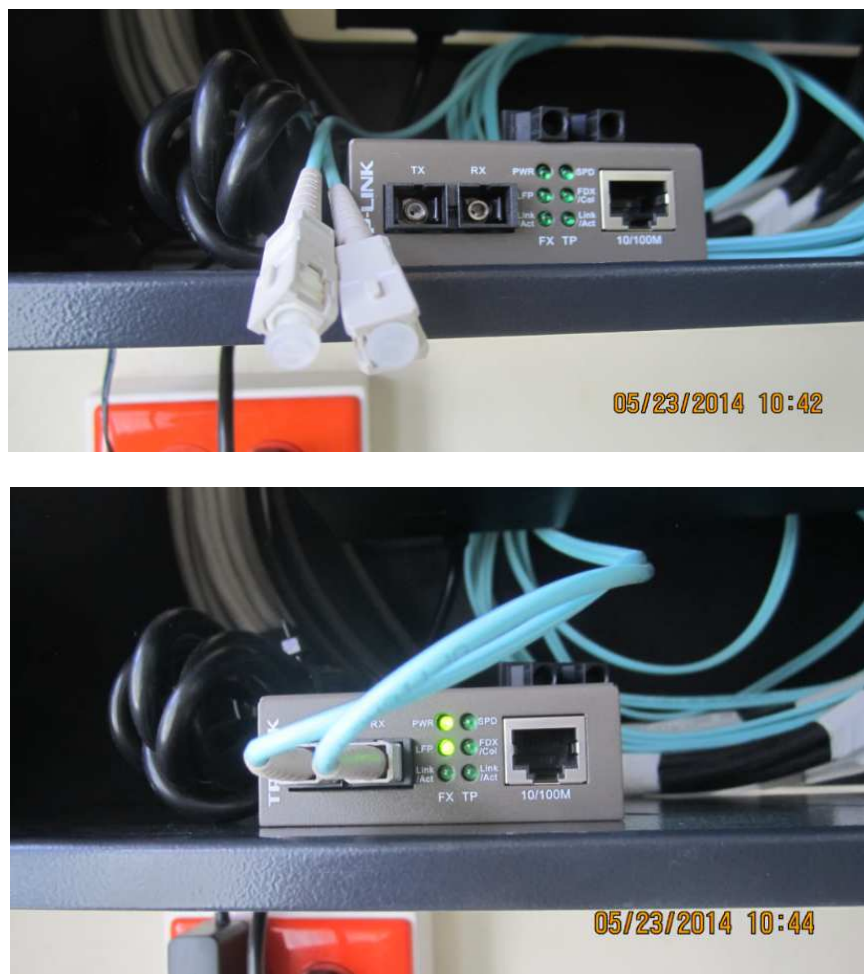


Figura 3.32 Cable de fibra MM-OM3 conectado al conversor RACK B<sup>48</sup>

<sup>48</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

De igual manera se conecta en el Rack A, la fibra a un conversor, tal como se muestra en la figura 3.33



Figura 3.33 Cable de fibra MM-OM3 conectado al conversor RACK A49

---

<sup>49</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

### 3.3.5 Etapa 5.- Finalización del proyecto

Para culminar el proyecto se procede a instalar en las paredes fotos ilustrativas con el fin de dar un mayor enfoque al proyecto de grado y finalmente una limpieza total del laboratorio.

En la figura 3.34 se observan 4 fotos ilustrativas referentes a la fibra óptica como:

- Tipos de fibra óptica y atenuaciones
- Código de colores y tipos de conectores de la fibra óptica
- Estructura de fibra óptica – fiber runner
- Tipos de cables y equipos de fibra óptica



Figura 3.34 Fotos Ilustrativas de Fibra Óptica<sup>50</sup>

Luego de realizar una limpieza total el laboratorio queda listo para ser entregado a las autoridades competentes, tal como se observa en las siguientes figuras.

---

<sup>50</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias



Figura 3.35 Identificación de las redes A y B<sup>51</sup>



Figura 3.36 Estructura de Fiber Runner<sup>51</sup>

---

<sup>51</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias



Figura 3.37 Vista Frontal del Proyecto Tesis<sup>52</sup>



Figura 3.38 Vista Diagonal Red local B del Proyecto de Tesis<sup>52</sup>

---

<sup>52</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias



Figura 3.39 Vista externa del Proyecto de Tesis<sup>53</sup>



Figura 3.40 Vista Diagonal Red local B del Proyecto de Tesis<sup>53</sup>

---

<sup>53</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias



Figura 3.41 IMPLEMENTACION DEL PROYECTO DE TESIS TERMINADO PARA EL LABORATORIO DE REDES Y COMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL<sup>54</sup>

---

<sup>54</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

## **CAPÍTULO 4**

### **RESULTADOS Y COSTOS**

#### **Introducción**

Para evaluar y comprobar el correcto funcionamiento de la red de fibra óptica se desarrolló ocho prácticas de conectividad, las mismas que se encuentran en un documento por separado en la parte 2 de prácticas, la entrega del documento se realizó en la carrera de Electrónica, y al Ing. Edwin Lagos, director de recursos tecnológicos. Adicional se realizó un análisis de resultados, se elaboró una matriz FODA del sistema implementado y finalmente se presentó el detalle de los costos asumidos para la elaboración del proyecto de tesis.

#### **4.1 Pruebas de Funcionamiento**

Las pruebas de funcionamiento de la red de fibra óptica se presentan en las ocho prácticas elaboradas y presentadas en el documento por separado, en la cual se confirma el correcto funcionamiento con el tutor de tesis Mg. Wilmer Albarracín, la directora de la carrera Mg. Tannia Mayorga, y con el Ing. Edwin Lagos, director de recursos tecnológicos.

#### **4.2 Análisis de Resultados**

El análisis se basa en cuanto las ocho prácticas presentadas, que se detallan a continuación.

#### **Práctica N° 1: “Fusión de fibra óptica”**

Con el desarrollo de esta práctica, se realiza el estudio de los dispositivos y equipos necesarios para poder fusionar las fibras ópticas, así como también el procedimiento que se debe seguir para fusionar correctamente la fibra.



**Práctica N° 2: “Conexión Punto-Punto, Mediante un patch cord de fibra óptica”**

Con el desarrollo de esta práctica, se realiza el estudio del tipo de conector que tiene el patch cord, así como también el equipo conversor que se necesita para la conectividad física, y posteriormente realizar las pruebas ICMP a través de dos computadores en cada extremo

**Práctica N° 3: “Enlazar dos redes físicas a través de la fibra óptica”**

Con el desarrollo de esta práctica, se realiza el estudio de dispositivos activos de conectividad, así como también se estudia el protocolo IP, para tener conexión entre equipos de la red A y la red B, sin utilizar Gateway en ningún extremo.

**Práctica N° 4: “Enlazar dos redes físicas a través de un solo default Gateway”**

Con el desarrollo de esta práctica, se realiza el estudio del Gateway, que en este caso será un router instalado en la red A, también se estudia los tipos de Ip que se pueden configurar en los diferentes puntos de la red A y B, pueden ser estáticas o dinámicas dependiendo de la configuración del router.

**Práctica N° 5: “Conexión de un equipo mediante WIFI a las redes A y B”**

Con el desarrollo de esta práctica, se realiza el estudio de las configuraciones principales del equipo WIFI, es decir subred que manejará, SSID (Nombre de red Wifi), y clave de ingreso a la red WIFI, se realizará pruebas ICMP para confirmar conexión.

**Práctica N° 6: “Configuración de las redes A y B con gateways diferentes”**

Con el desarrollo de esta práctica, se realiza el estudio de direccionamientos IP, ya que la Red A y B tendrán subredes diferentes, es decir los routers tendrán diferente configuración en la subred LAN. Cabe mencionar que no se tendrá conexión entre las dos redes.

**Práctica N° 7: “Ruteo de las redes A y B con gateways diferentes”**

Con el desarrollo de esta práctica, se realiza el estudio de cómo agregar rutas estáticas para unir y tener conexión entre dos redes diferentes, de esta manera se observará que al realizar pruebas ICMP entre redes diferentes se tendrá conexión lógica.

Parámetros de configuración Red LAN A:

- Subred: 192.168.0.0
- Máscara: 255.255.255.0

Parámetros de configuración Red LAN B:

- Subred: 192.168.1.0
- Máscara: 255.255.255.0

**Practica N° 8 “Creación de Vlans en un Switch CISCO SF300 por medio WEB”**

Con el desarrollo de esta práctica, se realiza el estudio de la utilización de Vlans, que nos sirve para crear diferentes redes lógicas a través de un solo medio físico.

### 4.3 Análisis Matriz FODA

<p style="text-align: center;"><b>FORTALEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio instalado con tecnología y estructura física actualizada.</li> <li>• Primera universidad en el Ecuador que cuenta con un laboratorio con estructura de fiber runner para el paso de la fibra óptica.</li> <li>• Alto conocimiento en cuanto a tecnología de Fibra Óptica</li> <li>• Capacidad de enseñanza en redes físicas con altas velocidades de transmisión.</li> <li>• Guías de laboratorio referente a fusión de fibra y configuración de redes.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de un laboratorio con red de fibra en otras Universidades</li> <li>• Creación en el pensum de Electrónica y Sistemas la materia Redes de Fibra Óptica</li> <li>• Competitividad en el mundo de las redes, al utilizar medios tecnológicos actuales de transmisión con altas velocidades</li> <li>• Alto grado de conocimiento al observar los diferentes tipos de fibra y su estructura física.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>DEBILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos elevados de los equipos para trabajar con fibra óptica.</li> <li>• Para soporte y reparación de la fibra óptica se necesita personal capacitado.</li> <li>• La fibra maneja altas velocidades y al momento no existe equipo activo que en su interfaz Ethernet alcance altísimas velocidades.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El diseño e implementación de la red de fibra podría ser copiado fácilmente.</li> <li>• Al no crear en el pensum una materia de redes y estructura de fibra, el laboratorio no tendría un beneficio al máximo</li> <li>• Al momento computadores en el laboratorio deterioradas, afecta en cuanto a pruebas de velocidad al transmitir datos dentro de la red.</li> </ul>

Tabla 4.1 Matriz FODA<sup>55</sup>

<sup>55</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

#### 4.4 Costos del Proyecto

Los costos que se necesit6 para implementar el proyecto de tesis se detalla a continuaci6n.

##### 4.4.1 Equipos el6ctricos y electr6nicos

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	CANT.	P.UNIT. USD	P.TOTAL USD
1	ODF FMT1		1	96,00	96,00
2	Transceiver 100TX SC MM	Tp-Link	2	66,35	132,7
3	Routers Wifi WNR1000	Netgear	2	58	116
Valor Subtotal 1					344,70

Tabla 4.2 Costos de equipos el6ctricos y electr6nicos de fibra 6ptica<sup>56</sup>

##### 4.4.2 Materiales y accesorios de Fibra 6ptica

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	CANT.	P.UNIT. USD	P.TOTAL USD
1	CASSETTE DE FUSION DE FO		1	25,00	25,00
2	Patch panel modular de 24 puertos		1	19,78	19,78
3	blanks		16	0,52	8,32
4	Pigtail mm om3 con conector SC-ST-LC EN MM Y SM		6	12,52	75,12
5	Adaptador de fo SC/SC. DUPLEX		3	21,18	63,54
7	Cable de Fibra 6ptica mm om3 ARMADA 25 metros		25	2,50	62,50
8	Patch cord de fo de 30 metros		1	45,00	45,00
Valor Subtotal 2					299,26

Tabla 4.3 Costos de materiales y accesorios de fibra<sup>56</sup>

<sup>56</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

#### 4.4.3 Estructura del Backbone - Bandejas de Fiber Runner y Bandejas Metálicas

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	CANT.	P.UNIT. USD	P.TOTAL USD
1	UNIONES	Panduit	3	33,60	100,80
3	FID	Panduit	2	35,00	70,00
4	MANGUERA DE CONEXIÓN	Panduit	2	38,00	76,00
5	BREAKE	Panduit	3	42,00	126,00
6	Bandeja channel Fiber Runner 6 pies 4x4	Panduit	2	155,00	310,00
7	Tapa Fiber runner 6 pies 4x4	Panduit	2	72,00	144,00
8	Fin de canaleta	Panduit	1	21,50	21,50
9	Varilla 1/2 pulgada		1	12,00	12,00
10	Bandeja metálica tipo escalerilla 2440x150x70 mm		1	35,00	35,00
11	Bandeja metálica perforada 2440x100x70 mm		1	33,00	33,00
12	Bandeja tipo canastilla 2240x120x70 mm		1	38,00	38,00
13	Codo Interno 150 mm		1	24,00	24,00
14	Reducción 150-100 mm		1	24,00	24,00
15	Uniones de bandejas metálicas		4	7,00	28,00
Valor Subtotal 3					1.042,30

Tabla 4.4 Costo de estructura física para el paso de la fibra<sup>57</sup>

#### 4.4.4 Terminación del proyecto

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	CANT.	P.UNIT. USD	P.TOTAL USD
1	Fotos ilustrativas		5	12,5	62,5
2	Accesorios para pegar fotos			22	22
3	Artículos de limpieza			20	20
Valor Subtotal 4					104,5

Tabla 4.5 Costos de terminación del proyecto<sup>57</sup>

<sup>57</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

#### 4.4.5 Costos de mano de obra

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	CANT.	P.UNIT. USD	P.TOTAL USD
1	Fusión de fibra óptica		8	15,00	120,00
3	Etiquetado de bandejas y fibras		15	0,80	12,00
4	Instalación de soportes			30,00	30,00
5	Instalación de bandejas metálicas			80,00	80,00
6	Instalación de fiber runner			120,00	120,00
7	Paso de fibra óptica			25,00	25,00
8	Instalación de fotos decorativas		4	2,50	10,00
9	Pintura del laboratorio			80,00	80,00
10	Transporte de movilización			100,00	100,00
11	Alquiler de equipos para pruebas			80,00	80,00
12	Otros			100,00	100,00
Valor Subtotal 5					757,00

Tabla 4.6 Mano de obra<sup>58</sup>

#### 4.4.6 Valores Totales

ITEM	DESCRIPCION	P.TOTAL USD
1	Equipos eléctricos y electrónicos	344,7
2	Materiales de Fibra Óptica	299,26
3	Estructura de Backbone- Bandejas de Fiber Runner y Bandejas Metálicas	1042,3
4	Fotografía y limpieza	104,5
5	Mano de Obra	757
<b>VALOR TOTAL</b>		<b>2547,76</b>

Tabla 4.7 Gastos Totales del Proyecto de Tesis<sup>58</sup>

<sup>58</sup> Elaborado por el autor: Diego Eduardo Andrango Arias

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se realizó un estudio de red de fibra óptica con su infraestructura necesaria para el laboratorio de Redes y Comunicaciones de la Universidad Israel
- Se desarrolló un diseño de red de fibra óptica necesario para el laboratorio.
- Se ejecutó la implementación de la red de fibra óptica con todas las normas de cableado estructurado, infraestructura y equipos de conectividad.
- Se desarrolló prácticas, con el fin de verificar y comprobar el correcto funcionamiento de la red de fibra óptica, las mismas que servirán como material de apoyo para los docentes y estudiantes.
- Se utilizó tecnología acorde al proyecto planteado, equipos, accesorios, que permitirán a los futuros estudiantes tener un conocimiento claro de las redes de fibra y aumenten su competitividad en su vida profesional.
- Con el presente proyecto se puede simular una red entre dos ciudades, en la cual el medio de conexión física será la fibra óptica ya que alcanza grandes distancias y velocidades de transmisión muy altas
- Las prácticas que se realizaron son una guía para tener el conocimiento claro de cómo se procede a fusionar fibras ópticas, y como unir dos redes a través de configuraciones lógicas.

- Con el presente proyecto implementado, la Universidad Israel cuenta con un laboratorio de gran calidad para brindar a los estudiantes una enseñanza amplia en la implementación de una red de fibra óptica.
- Dentro del país existen 3 empresas que utilizan FIBER RUNNER para el paso de la fibra óptica, estas empresas son la CNT, Telefónica, Claro y al momento también tendría la Universidad Israel dentro del laboratorio.

## **5.2 Recomendaciones**

- Se recomienda tener cuidado al realizar un mantenimiento preventivo de la red de fibra, puesto que por ser un hilo muy delgado, del diámetro de un cabello, puede fácilmente romperse.
- Se recomienda utilizar el laboratorio a un 100%, es decir sacarle provecho a la implementación dictando cursos o seminarios de redes de fibra, ya que al momento todos los ISP o proveedores de redes de datos están trabajando con fibra óptica, por alcanzar grandes distancias y altas velocidades de transmisión.
- Se recomienda realizar la adquisición de dos UPS para proteger a los equipos activos, los mismos que se colocarán en cada rack.
- Se recomienda mantener el laboratorio siempre limpio, ya que los conectores de fibra son sensibles y la introducción de polvo puede causar pérdidas, causando intermitencias entre las dos redes.



- Se recomienda realizar el cambio de computadores en el laboratorio, ya que los que se encuentran actualmente no son de buenas características, impidiendo como equipo final tener buena conexión de red.
- Se recomienda a la Universidad Israel realizar la adquisición de dos switch administrables para instalarlos en cada Rack y poder realizar prácticas con los estudiantes de creación de Vlans, protocolo STP (Spanning Tree) que sirve para levantar físicamente un enlace back up, en el documento de prácticas se tiene una que es “Creación de Vlans en un Switch CISCO SF300 por medio WEB” pero en el laboratorio no se tiene dicho Switch o equipos similares para poder realizar la práctica dentro de la red.

## Bibliografía

- A, L. (15 de Noviembre de 2009). *Cableado de Fibra Óptica para comunicaciones de datos*. Recuperado el 15 de Enero de 2014, de Cableado de Fibra Óptica para comunicaciones de datos: <http://www.fibraopticahoy.com/cableado-de-fibra-optica-para-comunicaciones-de-datos-2%C2%AA-parte/>
- aprendeainstalar.infored.mx. (s/f). *Fibra Óptica*. Recuperado el 25 de Enero de 2014, de Fibra Óptica: [http://aprendeainstalar.infored.mx/726442\\_FIBRA--PTICA-Y-CONECTORES.html](http://aprendeainstalar.infored.mx/726442_FIBRA--PTICA-Y-CONECTORES.html)
- Beltrán, J. (2014). CEC-Diseño de Redes de Fibra Óptica. En J. Beltrán, *CEC-Diseño de Redes de Fibra Óptica* (pág. 88). Quito: Centro de Educación Continua.
- EMTT. (15 de Junio de 2010). *Códigos en colores en fibras ópticas*. Recuperado el 25 de Enero de 2014, de Códigos en colores en fibras ópticas: <http://marismas-emtt.blogspot.com/2010/06/codigo-de-colores-en-fibras-opticas.html>
- GCO. (29 de Febrero de 2008). *Tutorial de Comunicaciones Ópticas*. Recuperado el 10 de Enero de 2014, de Tutorial de Comunicaciones Ópticas: [http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2\\_1\\_1.htm](http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm)
- ILSE. (2013). *Radiación Solar, Aplicaciones de la radiación*. Recuperado el 10 de Enero de 2014, de Radiación Solar, Aplicaciones de la radiación: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/sec\\_6.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/sec_6.html)
- lafibraoptica Peru. (17 de Enero de 2012). *La dispersión óptica*. Recuperado el 15 de Enero de 2014, de La dispersión óptica: <http://lafibraoptica Peru.com/la-dispersion-optica/>
- LLorante, A. (15 de Noviembre de 2009). *Cableado de fibra óptica para comunicaciones de datos*. Recuperado el 15 de Enero de 2014, de Cableado de fibra óptica para comunicaciones de datos: <http://www.fibraopticahoy.com/cableado-de-fibra-optica-para-comunicaciones-de-datos-2%C2%AA-parte/>
- Olls, D. (2012 de Noviembre de 2012). *Códigos de colores Fibras Ópticas*. Recuperado el 25 de Enero de 2014, de Códigos de colores Fibras Ópticas: <http://es.scribd.com/doc/112759941/Codigos-de-colores-Fibra-Optica>
- Panduit. (2011). *Application Guide For FiberRunner*. Recuperado el 28 de Enero de 2014, de Application Guide For FiberRunner: <http://www.openup.es/wordpress/wp-content/uploads/2013/10/Panduit-Fiber-Runner-Brochure.pdf>


- Rodríguez, A. (10 de Junio de 2010). *Fibra Óptica, que es y como funciona*. Recuperado el 15 de Enero de 2014, de Fibra Óptica, que es y como funciona: <http://www.fibraopticahoy.com/fibra-optica-que-es-y-como-funciona/>
- TELNET. (2013). *Fibra óptica para redes de nueva generación*. Recuperado el 18 de Enero de 2014, de Fibra óptica para redes de nueva generación: <http://www.telnet-ri.es/soluciones/cable-fibra-optica-y-componentes-pasivos/fibra-optica-para-redes-de-nueva-generacion-ngn/>
- Theone, P. (Noviembre de 2012). *Tipos de fibra óptica*. Recuperado el 16 de Enero de 2014, de Tipos de fibra óptica: <http://pablotheone.files.wordpress.com/2012/11/a35.png>

# ANEXOS

# **ANEXO 1**

## **CERTIFICACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA Y CONFIRMACIÓN DE PRUEBAS**

**LW LINKWARE**  
CABLE TEST MANAGEMENT SOFTWARE



**ID. Cable: RACK1-RACK2,HILO2** **Sumario de Pruebas: PASA**  
 Fecha / Hora: 28/04/2014 19:52:53 Tipo de Cable: Multimode n = 1,4856

**Perdido (R->P)**  
**PASA**

Fecha / Hora: 28/04/2014 19:52:53  
 Limite de Prueba: TIA568B BK  
 Operador: DIEGO ANDRANGO  
 CertiFiber(55C08C00011 V02.10)  
 CertiFiber(55D08A00020 V02.10)

Tiempo de Prop. (ns)	359	
Longitud ft	73	PASA
Lim. 6562	850 nm	1300 nm
Result.	PASA	PASA
Pérdida (dB)	1.80	1.69
Lim. (dB)	4.45	4.30
Margen (dB)	2.65	2.61
Referencia (dBm)		

Cantidad Adaptadores: 4  
Cantidad Empalmes: 4

**Perdido (P->R)**  
**PASA**

Result.	850 nm	1300 nm
Pérdida (dB)	PASA	PASA
Lim. (dB)	1.95	1.93
Margen (dB)	4.45	4.30
Referencia (dBm)	2.50	2.37

Estándares de Red Compatibles:

10/100BASE-SX	1000BASE-LX	ATM155
ATM155SWL	ATM52	ATM622 Fiber Optic
ATM622SWL Fiber Optic	FDDI Fiber Optic	Fibre Channel 133
General Fiber Optic		

LinkWare Versión 7.2

**ID. Cable: RACK1-RACK2,HILO1**

Fecha / Hora: 28/04/2014 19:53:53

Tipo de Cable: Multimode

**Sumario de Pruebas: PASA**

n = 1,4856

**Perdido (R->P)****PASA**

Fecha / Hora: 28/04/2014 19:53:53  
 Limite de Prueba: TIA568B BK  
 Operador: DIEGO ANDRANGO  
 CertiFiber(55C08C00011 V02.10)  
 CertiFiber(55D08A00020 V02.10)

Tiempo de Prop. (ns)	359	
Longitud ft	73	PASA
Lim. 6562		
	850 nm	1300 nm
Result.	PASA	PASA
Pérdida (dB)	1.77	1.72
Lim. (dB)	4.45	4.30
Margen (dB)	2.68	2.58
Referencia (dBm)		

Cantidad Adaptadores: 4  
 Cantidad Empalmes: 4

**Perdido (P->R)****PASA**

	850 nm	1300 nm
Result.	PASA	PASA
Pérdida (dB)	1.95	1.93
Lim. (dB)	4.45	4.30
Margen (dB)	2.50	2.37
Referencia (dBm)		

## Estándares de Red Compatibles:

10/100BASE-SX  
 ATM155SWL  
 ATM622SWL Fiber Optic  
 General Fiber Optic

1000BASE-LX  
 ATM52  
 FDDI Fiber Optic



ATM155  
 ATM622 Fiber Optic  
 Fibre Channel 133

LinkWare Versión 7.2



ID. Cable	Sumario	Limite de Prueba	Longitud	Paso Libre	Fecha / Hora:
RACK1-RACK2,HILO2	PASA	TIA568B BK	238 ft	2.37 db (margen de pé	28/04/2014 19:53
RACK1-RACK2,HILO1	PASA	TIA568B BK	238 ft	2.37 db (margen de pé	28/04/2014 19:53



**ID. Cable: DT-01**  
 Fecha / Hora: 04/28/2014 - 10:21:58  
**Peso Libre 2.1 dB (NEXT 12-36)**  
**Límite de Prueba: TIA Cat 6A Channel**  
 Tipo de Cable: Cat 4 UTP  
 Fecha de calibración: 02/14/2012

Operador: DIEGO ANDRANO  
 Versión de Software: 2.6300  
 Versión de Límites: 1.8100  
 NVP: 69.0%

**Sumario de Pruebas: PASA**  
 Modelo: DTX-1800  
 Principal N/S: 9315105  
 Remoto N/S: 6805027  
 Adaptador Principal: DTX-CHA001  
 Adaptador Remoto: DTX-CHA001

Longitud (ft), Lim. 328	[Par 12]	33
Tiempo de Prop. (ns), Lim. 550	[Par 45]	53
Diferencia Retardo (ns), Lim. 50	[Par 45]	4
Resistencia (ohm.)	[Par 36]	1.7

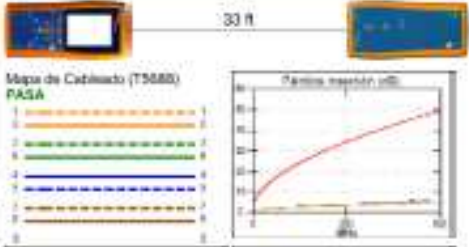
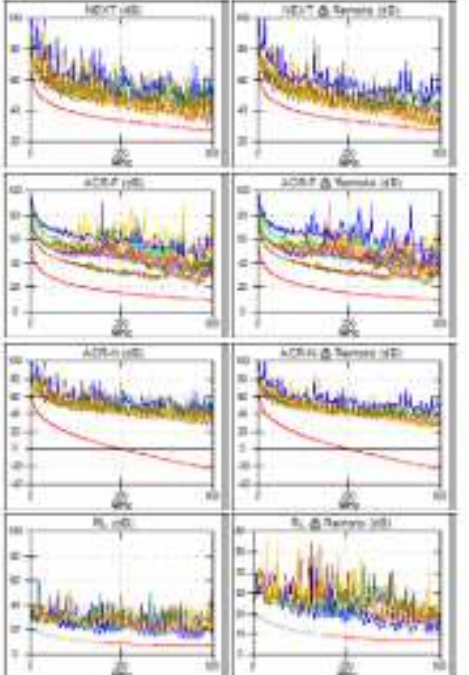
  

Pérdida Inserción Margen (dB)	[Par 45]	42.0
Frecuencia (MHz)	[Par 45]	464.0
Límite (dB)	[Par 45]	47.3


Margen de Peor Caso		Valor de Peor Valor	
<b>PASA</b>	MAIN	SR	MAIN SR
Peor Par	35-45	12-36	35-45 36-45
<b>NEXT (dB)</b>	4.0	2.1	4.0 3.1
Frec. (MHz)	487.0	465.0	487.0 499.0
Límite (dB)	25.4	26.6	26.4 26.1
Peor Par	36	36	36 36
<b>PS NEXT (dB)</b>	6.0	3.6	6.7 3.7
Frec. (MHz)	449.0	404.0	487.0 474.0
Límite (dB)	24.5	25.7	23.5 23.8
<b>PASA</b>	MAIN	SR	MAIN SR
Peor Par	45-36	36-45	45-36 36-45
<b>ACR-F (dB)</b>	12.1	11.9	12.1 11.9
Frec. (MHz)	463.0	463.0	463.0 463.0
Límite (dB)	9.9	9.9	9.9 9.9
Peor Par	36	45	38 45
<b>PS ACR-F (dB)</b>	15.0	14.9	15.0 14.9
Frec. (MHz)	463.0	463.0	463.0 463.0
Límite (dB)	6.9	6.9	6.9 6.9
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN SR
Peor Par	35-78	36-78	36-45 36-45
<b>ACR-N (dB)</b>	14.9	14.6	48.2 47.8
Frec. (MHz)	3.1	2.6	487.0 499.0
Límite (dB)	61.1	61.6	-22.2 -23.1
Peor Par	36	36	36 36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	15.9	16.2	47.7 46.9
Frec. (MHz)	3.1	3.1	449.0 474.0
Límite (dB)	58.3	58.3	-22.0 -24.0
<b>PASA</b>	MAIN	SR	MAIN SR
Peor Par	45	45	45 45
<b>RL (dB)</b>	6.0	4.1	6.0 4.1
Frec. (MHz)	462.0	476.0	462.0 476.0
Límite (dB)	6.0	6.0	6.0 6.0

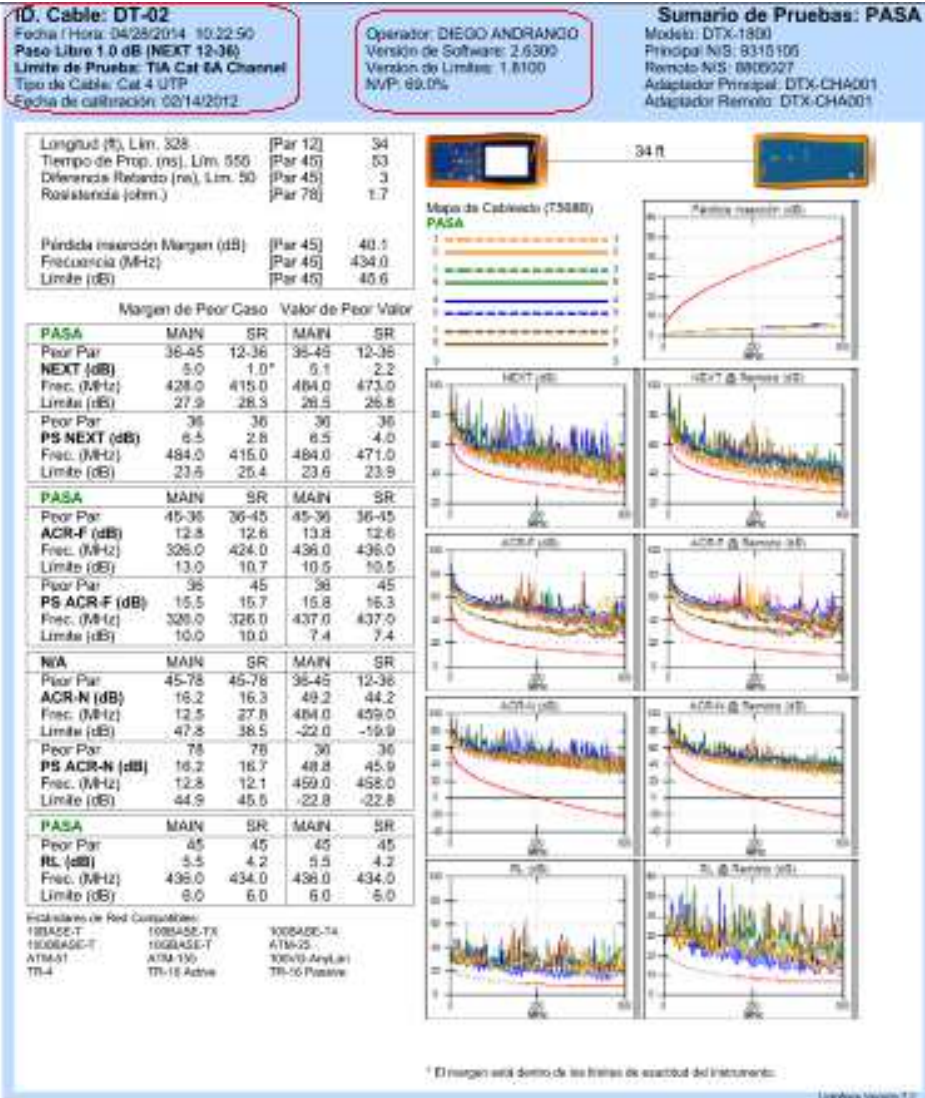
Ejemplares de Red Conectados:	
18BASE-T	10GBASE-Tx
100BASE-T	10GBASE-T
ATM-01	ATM-100
TR-4	TR-16 Active
	10GBASE-Tx
	ATM-02
	100T-AryLan
	TR-16 Passive

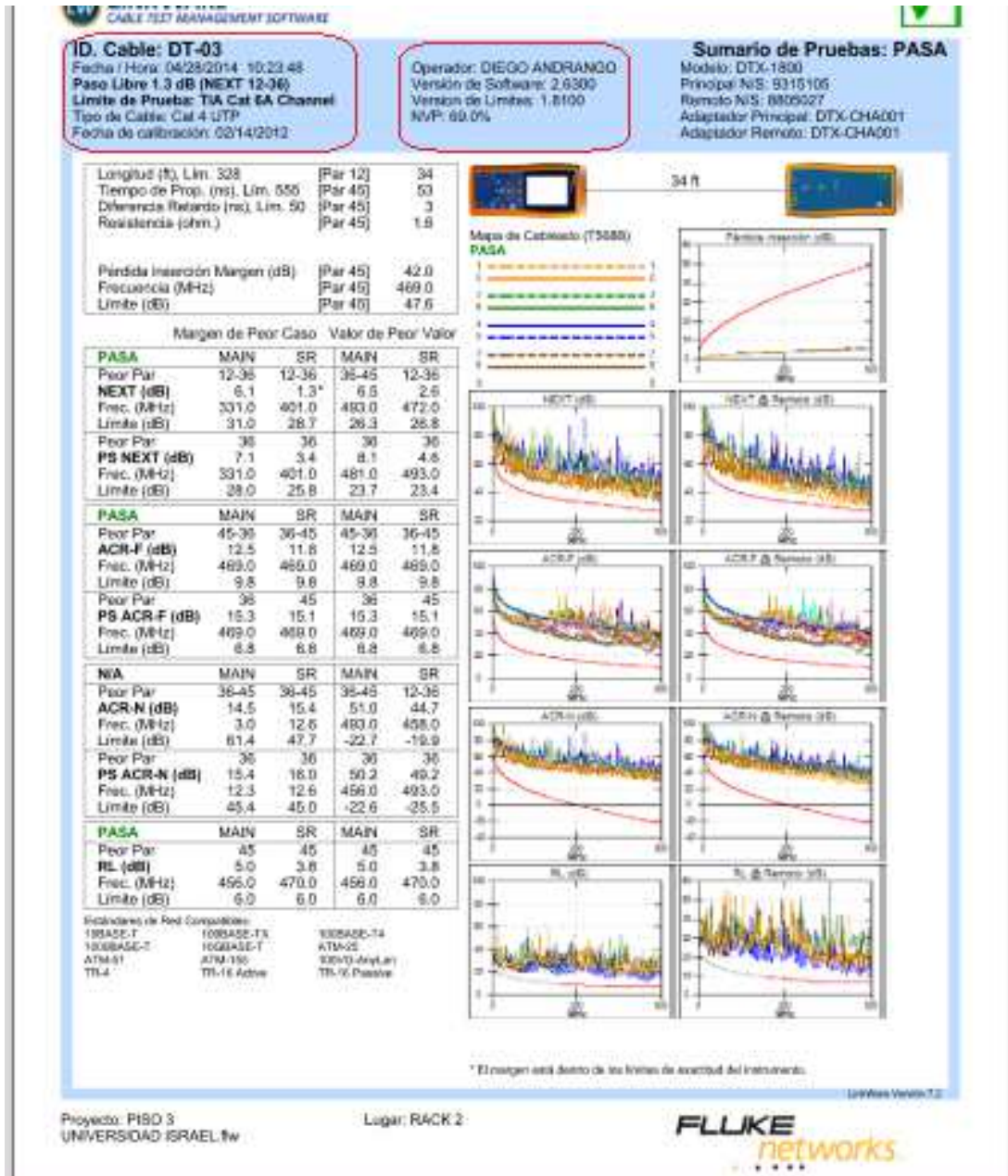

  




Proyecto: PISO 3

Lugar: RACK 2







**ID. Cable: DT-04**  
 Fecha / Hora: 04/28/2014 10:24:41  
**Paso Libre 3.1 dB (NEXT 36-45)**  
**Límite de Prueba: TIA Cat 6A Channel**  
 Tipo de Cable: Cat 4 UTP  
 Fecha de calibración: 02/14/2012

Operador: DIEGO ANDRANGO  
 Versión de Software: 2.6300  
 Versión de Límites: 1.8100  
 NVP: 69.0%

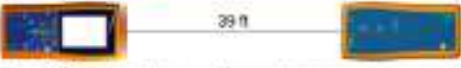
**Sumario de Pruebas: PASA**  
 Modelo: DTX-1800  
 Principal N/S: 9316106  
 Remoto N/S: B809027  
 Adaptador Principal: DTX-CHA001  
 Adaptador Remoto: DTX-CHA001

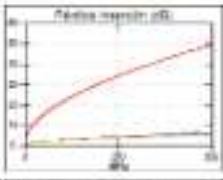
Longitud (ft), Lim. 328	[Par 12]	39
Tiempo de Prop. (ns), Lim. 555	[Par 45]	62
Diferencia Retardo (ns), Lim. 50	[Par 45]	4
Resistencia (ohm)	[Par 45]	1.9

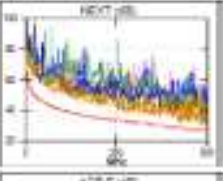
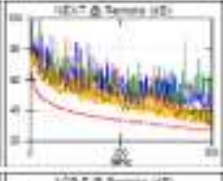
Pérdida inserción Margen (dB)	[Par 45]	41.5
Frecuencia (MHz)	[Par 45]	467.0
Límite (dB)	[Par 45]	47.5

Mapa de Cableado (T568B)

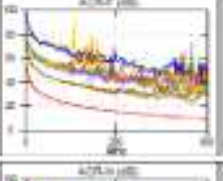
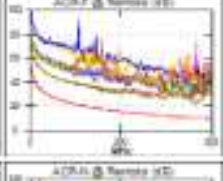




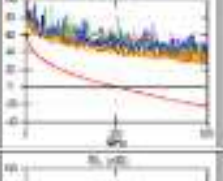
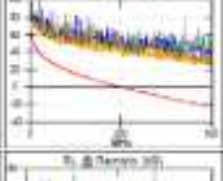
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASA</b>				
Peor Par	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>NEXT (dB)</b>	3.1	3.1	3.1	3.1
Frec. (MHz)	496.0	496.0	496.0	496.0
Límite (dB)	26.4	26.2	26.4	26.2
Peor Par	36	36	36	36
<b>PS NEXT (dB)</b>	3.9	3.7	3.9	3.7
Frec. (MHz)	496.0	496.0	496.0	496.0
Límite (dB)	23.6	23.3	23.6	23.3

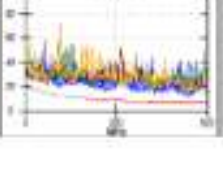
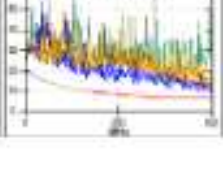
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASA</b>				
Peor Par	45-36	36-45	45-36	36-45
<b>ACR-F (dB)</b>	12.0	11.9	12.0	11.9
Frec. (MHz)	454.0	456.0	454.0	456.0
Límite (dB)	10.1	10.1	10.1	10.1
Peor Par	36	45	36	45
<b>PS ACR-F (dB)</b>	14.8	14.7	14.8	14.7
Frec. (MHz)	454.0	454.0	454.0	454.0
Límite (dB)	7.1	7.1	7.1	7.1

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>NIA</b>				
Peor Par	36-78	36-45	36-45	36-45
<b>ACR-N (dB)</b>	17.6	15.3	46.4	47.1
Frec. (MHz)	3.3	10.1	496.0	496.0
Límite (dB)	50.9	50.0	-22.7	-22.9
Peor Par	36	36	36	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	17.8	18.3	47.6	47.7
Frec. (MHz)	10.3	10.1	496.0	496.0
Límite (dB)	47.3	47.4	-25.0	-25.8

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASA</b>				
Peor Par	45	45	45	45
<b>RL (dB)</b>	5.6	3.7	5.6	3.7
Frec. (MHz)	446.0	466.0	446.0	466.0
Límite (dB)	6.0	6.0	6.0	6.0





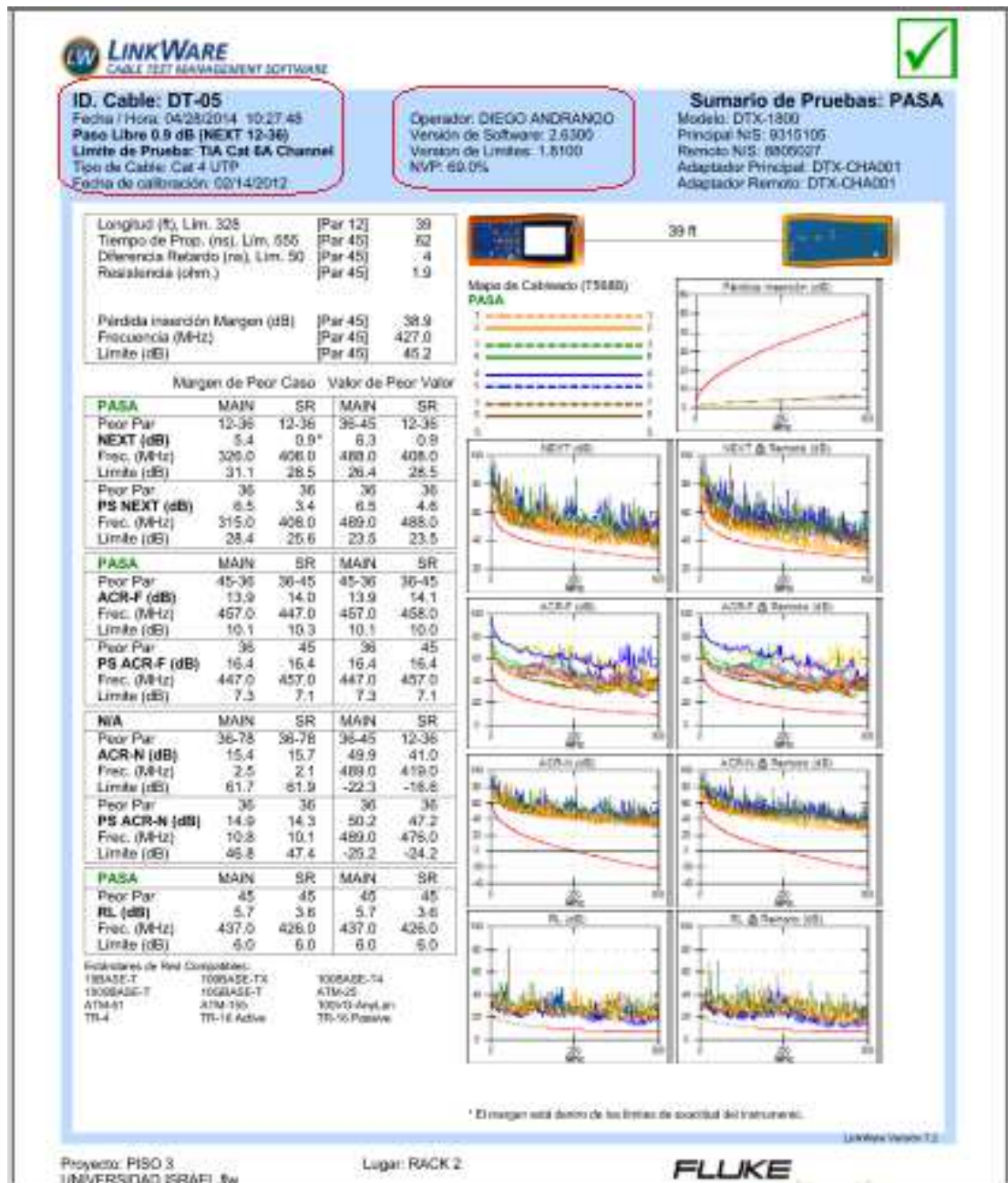
**Estaciones de Red Conectadas:**



100BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
100BASE-T	100BASE-T	ATM-25
ATM-10	ATM-156	100/10 Anillo
TR-4	TR-16 Active	TR-16 Passive

Proyecto: PISO 3  
UNIVERSIDAD ISRAEL Iw

Lugar: RACK 2





**ID. Cable: DT-06**  
 Fecha / Hora: 04/28/2014 10:29:22  
 Paso Libre 4.3 dB (NEXT 36-78)  
 Límite de Prueba: TIA Cat 6A Channel  
 Tipo de Cable: Cat 4 UTP  
 Fecha de calibración: 02/14/2012

Operador: DIEGO ANDRANGO  
 Versión de Software: 2.6300  
 Versión de Límites: 1.6100  
 MVP: 68.0%

**Sumario de Pruebas: PASA**  
 Modelo: DTX-1800  
 Principal N/S: 9315105  
 Remoto N/S: 8856027  
 Adaptador Principal: DTX-CHA001  
 Adaptador Remoto: DTX-CHA001

Longitud (ft), Lim. 328	[Par 12]	29
Tiempo de Prop. (ns), Lim. 555	[Par 36]	45
Diferencia Retardo (ns), Lim. 50	[Par 38]	2
Resistencia (ohm.)	[Par 45]	1.4

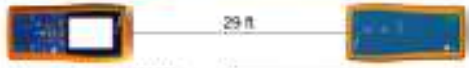
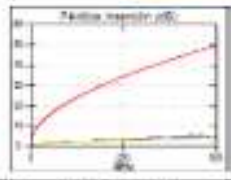
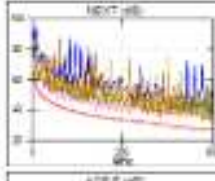
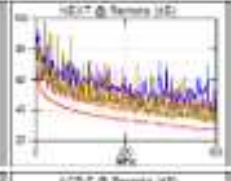
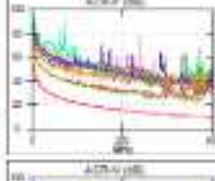
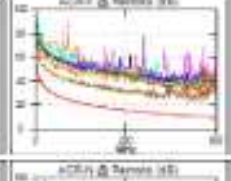
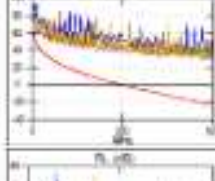
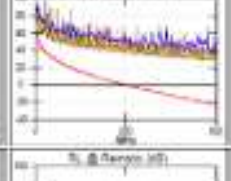
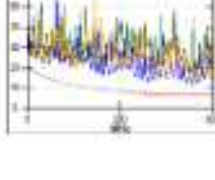
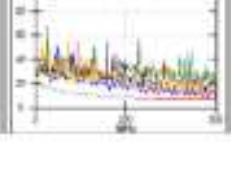
Pérdida inserción Margen (dB)	[Par 45]	42.4
Frecuencia (MHz)	[Par 45]	463.0
Límite (dB)	[Par 45]	47.3

Margen de Peor Caso    Valor de Peor Valor

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASA</b>				
Peor Par	36-45	36-78	36-78	36-45
<b>NEXT (dB)</b>	4.6	4.3	5.8	5.0
Frec. (MHz)	365.0	367.0	475.0	491.0
Límite (dB)	30.1	29.7	26.7	26.3
Peor Par	36	36	36	36
<b>PS NEXT (dB)</b>	5.6	4.4	5.8	4.4
Frec. (MHz)	475.0	473.0	476.0	492.0
Límite (dB)	23.8	23.9	23.8	23.4
<b>PASA</b>				
Peor Par	45-36	36-45	45-36	36-45
<b>ACR-F (dB)</b>	12.8	12.3	13.0	12.3
Frec. (MHz)	331.0	462.0	455.0	462.0
Límite (dB)	12.9	10.0	10.1	10.0
Peor Par	36	45	36	45
<b>PS ACR-F (dB)</b>	15.3	15.4	15.6	15.8
Frec. (MHz)	331.0	331.0	455.0	454.0
Límite (dB)	9.9	9.9	7.1	7.1
<b>N/A</b>				
Peor Par	36-45	36-45	36-78	36-45
<b>ACR-N (dB)</b>	13.9	12.4	49.9	50.0
Frec. (MHz)	3.1	3.1	475.0	491.0
Límite (dB)	61.1	61.1	-21.2	-22.5
Peor Par	45	45	36	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	13.4	11.9	50.1	49.8
Frec. (MHz)	3.1	3.1	476.0	492.0
Límite (dB)	58.3	58.3	-24.2	-25.5
<b>PASA</b>				
Peor Par	45	45	45	45
<b>RL (dB)</b>	5.1	2.3	5.1	2.3
Frec. (MHz)	446.0	478.0	446.0	478.0
Límite (dB)	6.0	6.0	6.0	6.0


Equipos de Red Conectados:

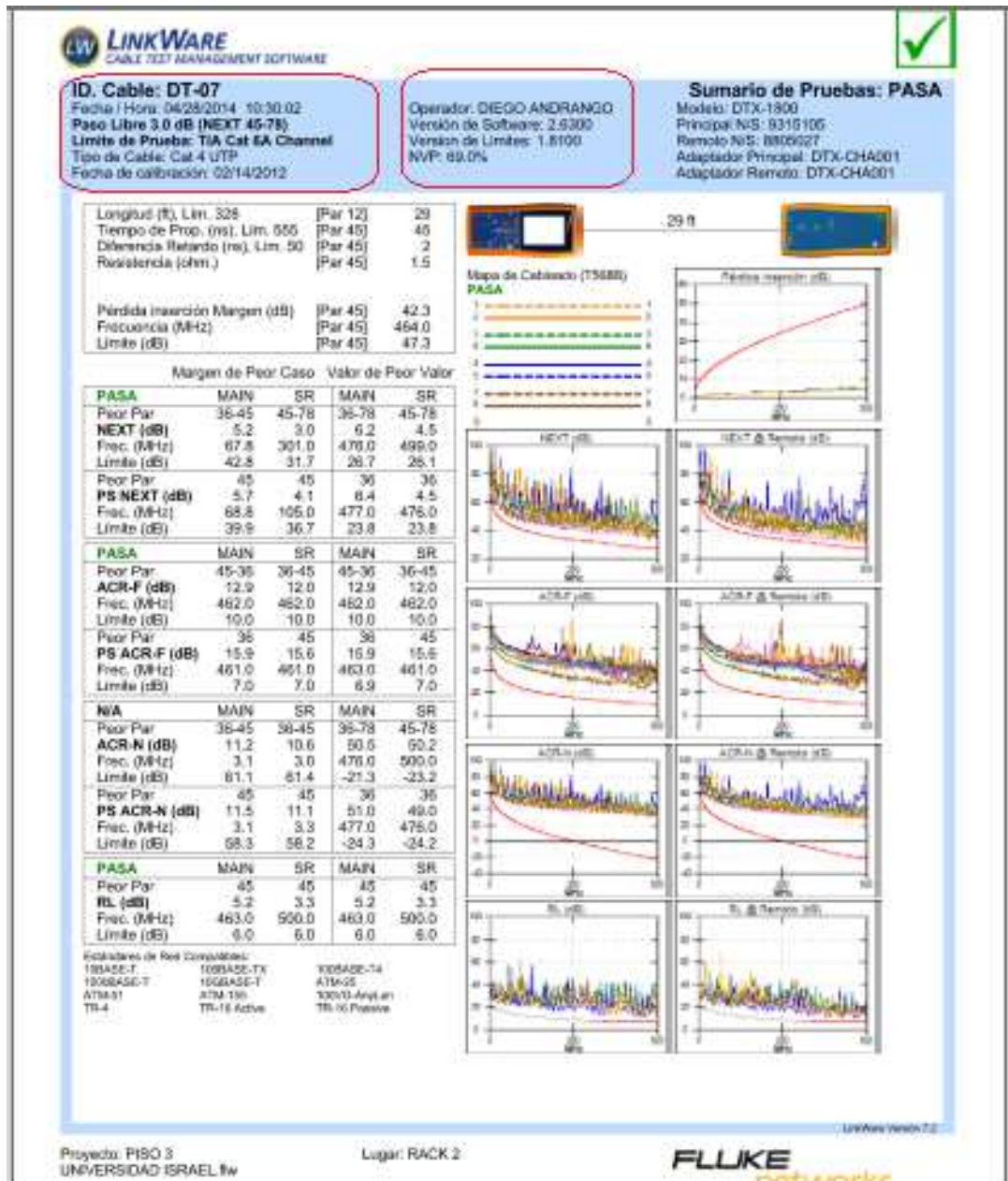
193ASE-T	1095ASE-T4	3005ASE-T4
1936ASE-T	1526ASE-T	ATM-25
3714-S1	3714-150	30010-AnyLin
TR-4	TR-16 Active	TR-10 Passive

Proyecto: FIBO 3  
UNIVERSIDAD ISRAEL 3w

Lugar: RACK 2





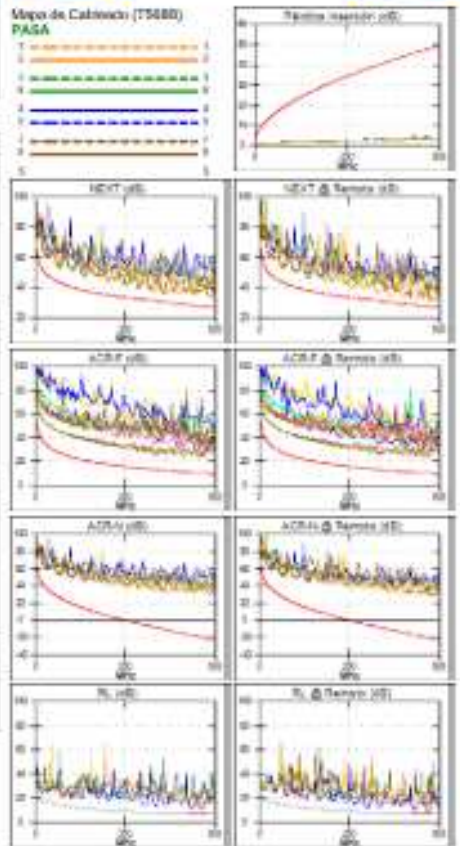
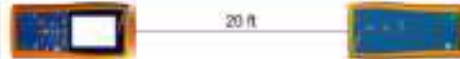


**ID. Cable: DT-08**  
 Fecha / Hora: 04/25/2014 10:38:18  
**Peso Libre 3.6 dB (NEXT 12-36)**  
**Límite de Prueba: TIA Cat 6A Channel**  
 Tipo de Cable: Cat 4 UTP  
 Fecha de calibración: 02/14/2013

Operador: DIEGO ANDRANGO  
 Versión de Software: 2.6300  
 Versión de Límites: 1.6100  
 NVP: 69.0%

**Sumario de Pruebas: PASA**  
 Modelo: DTX-1800  
 Principal N/S: 5315105  
 Remoto N/S: 6900027  
 Adaptador Principal: DTX-CHA001  
 Adaptador Remoto: DTX-CHA001

Longitud (ft), Lim. 328	[Par 12]	20
Tiempo de Prop. (ns), Lim. 555	[Par 36]	31
Diferencia Retardo (ns), Lim. 50	[Par 36]	2
Resistencia (ohm.)	[Par 45]	1.1
Pérdida inserción Margen (dB)	[Par 45]	-43.8
Frecuencia (MHz)	[Par 45]	469.0
Límite (dB)	[Par 45]	-47.6



Margen de Peor Caso		Valor de Peor Valor		
<b>PASA</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	12-36	12-36	36-45	36-45
<b>NEXT (dB)</b>	5.5	3.6	6.0	4.6
Frec. (MHz)	337.0	382.0	469.0	467.0
Límite (dB)	-35.8	-29.9	-26.4	-26.4
Peor Par	36	36	36	36
<b>PS NEXT (dB)</b>	6.2	4.4	8.0	4.4
Frec. (MHz)	369.0	476.0	469.0	476.0
Límite (dB)	27.0	23.8	23.5	23.8
<b>PASA</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	45-36	36-45	36-45	36-45
<b>ACR-F (dB)</b>	12.6	12.5	13.8	14.0
Frec. (MHz)	331.0	334.0	470.0	463.0
Límite (dB)	12.9	12.8	9.8	9.9
Peor Par	36	45	45	36
<b>PS ACR-F (dB)</b>	15.4	15.6	16.4	16.2
Frec. (MHz)	333.0	331.0	469.0	470.0
Límite (dB)	9.8	9.9	6.8	6.8
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>ACR-N (dB)</b>	15.1	16.4	52.1	49.7
Frec. (MHz)	3.0	3.5	469.0	477.0
Límite (dB)	81.4	60.1	-22.3	-21.4
Peor Par	36	36	36	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	15.1	16.0	50.4	49.7
Frec. (MHz)	3.3	3.5	441.0	476.0
Límite (dB)	58.2	57.6	-21.4	-24.2
<b>PASA</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	45	45	45	45
<b>RL (dB)</b>	4.6	2.4	4.6	2.4
Frec. (MHz)	464.0	460.0	464.0	469.0
Límite (dB)	6.0	6.0	6.0	6.0

Indicadores de Red Consultados:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 100BASE-T      10GBASE-T      ATM-25  
 ATM-31      ATM-150      100V-AuxLan  
 TR-4      TR-14 Active      TR-10 Passive

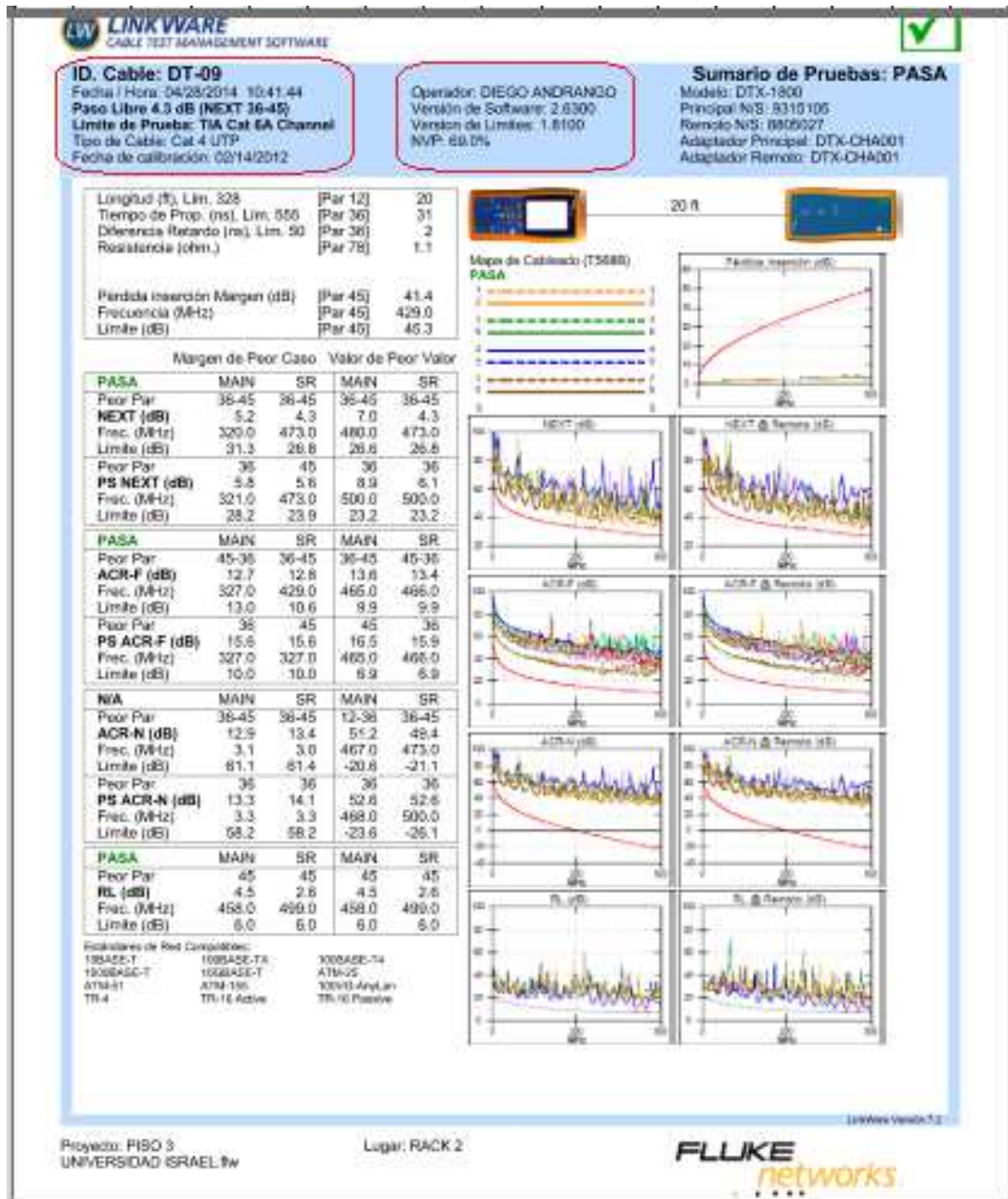
LinkWare Versión 7.2

Proyecto: PISO 3  
 UNIVERSIDAD ISRAEL Bv

Lugar: RACK 2









**ID. Cable: DT-10**

Fecha / Hora: 04/28/2014 10:47:49  
**Paso Libre 1.6 dB (NEXT 12-36)**  
 Límite de Prueba: TIA Cat 6A Channel  
 Tipo de Cable: Cat 4 UTP  
 Fecha de calibración: 02/14/2012

Operador: DIEGO ANDRANGO  
 Versión de Software: 2.6300  
 Versión de Límites: 1.8100  
 NVP: 69.0%

**Sumario de Pruebas: PASA**

Modelo: DTX-1800  
 Principal N/S: 9310105  
 Remoto N/S: 9805027  
 Adaptador Principal: DTX-CHA001  
 Adaptador Remoto: DTX-CHA001

Longitud (ft), Lim. 328	[Par 12]	20
Tiempo de Prop. (ns), Lim. 555	[Par 36]	31
Diferencia Retardo (ns), Lim. 50	[Par 36]	2
Resistencia (ohm.)	[Par 45]	1.1

Pérdida Inserción Margen (dB)	[Par 45]	41.1
Frecuencia (MHz)	[Par 45]	428.0
Límite (dB)	[Par 45]	45.3

**Margen de Peor Caso Valor de Peor Valor**

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASA</b>				
Peor Par	36-45	12-36	36-78	12-36
<b>NEXT (dB)</b>	5.8	1.6 <sup>a</sup>	7.8	1.6
Frec. (MHz)	320.0	500.0	490.0	500.0
Límite (dB)	31.3	26.1	29.3	25.1
Peor Par	36	36	36	36
<b>PS NEXT (dB)</b>	8.4	3.2	8.2	3.2
Frec. (MHz)	288.0	490.0	490.0	500.0
Límite (dB)	29.1	23.3	23.4	23.2

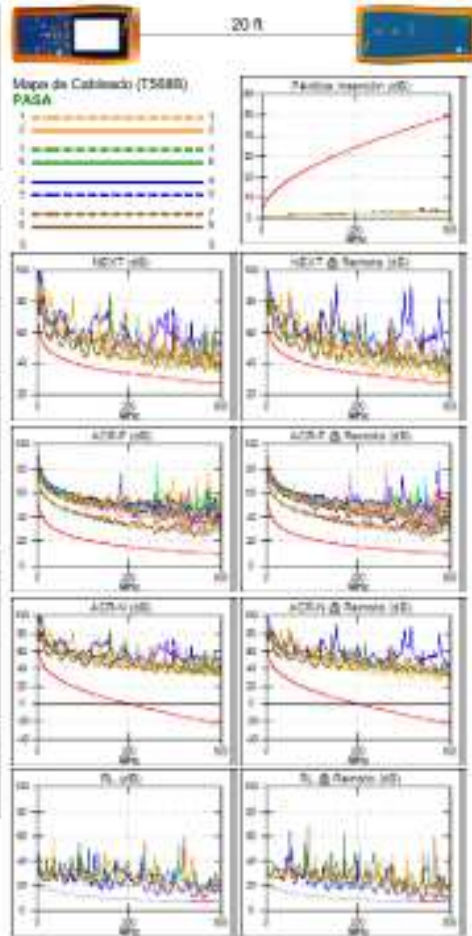
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASA</b>				
Peor Par	45-36	36-45	45-36	36-45
<b>ACR-F (dB)</b>	13.2	11.9	13.2	11.9
Frec. (MHz)	429.0	428.0	429.0	428.0
Límite (dB)	10.6	10.6	10.6	10.6
Peor Par	36	36	36	36
<b>PS ACR-F (dB)</b>	16.0	15.9	16.0	15.9
Frec. (MHz)	429.0	447.0	429.0	447.0
Límite (dB)	7.6	7.3	7.6	7.3

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>N/A</b>				
Peor Par	36-45	36-45	36-78	12-36
<b>ACR-N (dB)</b>	13.8	13.4	53.8	48.0
Frec. (MHz)	3.1	2.6	490.0	500.0
Límite (dB)	61.1	61.6	-22.4	-23.2
Peor Par	36	36	36	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	14.2	14.9	54.5	49.6
Frec. (MHz)	3.4	2.6	490.0	500.0
Límite (dB)	57.9	58.6	-25.5	-26.1

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASA</b>				
Peor Par	45	45	45	45
<b>RL (dB)</b>	3.4	2.4	3.4	2.4
Frec. (MHz)	456.0	427.0	456.0	427.0
Límite (dB)	6.0	6.0	6.0	6.0


Equipos de Red Conectados:

18BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
100BASE-T	100BASE-T	ATM-25
ATM-10	ATM-155	100V3-AnyLink
TR-4	TR-16 Active	TR-16 Passive




<sup>a</sup> El margen está dentro de los límites de exactitud del instrumento.

©2009 Fluke Corp.



**LINK WIRE**  
CABLE TEST MANAGEMENT SOFTWARE



**ID. Cable: DT-11**  
Fecha / Hora: 04/23/2014 10:58:34  
**Paso Libre 3.5 dB (NEXT 36-45)**  
**Límite de Prueba: TIA Cat 6A Channel**  
Tipo de Cable: Cat 4 UTP  
Fecha de calibración: 02/14/2012

Operador: DIEGO ANDRANGO  
Versión de Software: 2.6300  
Versión de Límites: 1.8100  
NVP: 69.0%

**Sumario de Pruebas: PASA**  
Modelo: DTX-1800  
Principal N/S: 9315105  
Remoto N/S: 8806027  
Adaptador Principal: DTX-CHA001  
Adaptador Remoto: DTX-CHA001

Longitud (ft), Lim. 328	[Par 12]	24
Tiempo de Prop. (ms), Lim. 555	[Par 40]	38
Diferencia Retardo (ns), Lim. 50	[Par 45]	2
Resistencia (ohm.)	[Par 45]	1.4

Pérdida inserción Margen (dB)	[Par 45]	44.0
Frecuencia (MHz)	[Par 45]	484.0
Límite (dB)	[Par 45]	40.4

Margen de Peor Caso		Valor de Peor Valor		
PASA	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>NEXT (dB)</b>	4.8	3.5	7.3	3.5
Frec. (MHz)	268.5	500.0	500.0	500.0
Límite (dB)	33.2	26.1	26.1	26.1
Peor Par	45	45	45	45
<b>PS NEXT (dB)</b>	5.9	4.4	7.2	4.4
Frec. (MHz)	125.5	500.0	500.0	500.0
Límite (dB)	35.4	23.2	23.2	23.2

PASA	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>ACR-F (dB)</b>	16.3	16.7	18.3	16.7
Frec. (MHz)	483.0	484.0	483.0	485.0
Límite (dB)	9.6	9.6	9.6	9.6
Peor Par	45	36	45	36
<b>PS ACR-F (dB)</b>	17.5	19.2	17.5	19.2
Frec. (MHz)	483.0	482.0	483.0	482.0
Límite (dB)	6.6	6.6	6.6	6.6

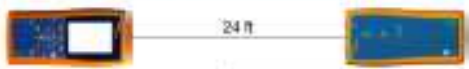
NIA	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>ACR-N (dB)</b>	12.3	12.1	53.0	49.2
Frec. (MHz)	2.6	3.0	500.0	500.0
Límite (dB)	61.6	61.4	-23.2	-23.2
Peor Par	45	45	45	45
<b>PS ACR-N (dB)</b>	13.8	13.3	52.9	50.1
Frec. (MHz)	3.3	3.5	500.0	500.0
Límite (dB)	58.2	57.6	-26.1	-26.1

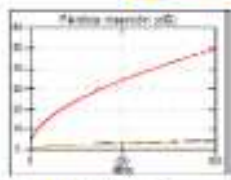
PASA	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	45	45	45	45
<b>RL (dB)</b>	3.9	5.2	3.9	5.2
Frec. (MHz)	487.0	482.0	487.0	482.0
Límite (dB)	6.0	6.0	6.0	6.0

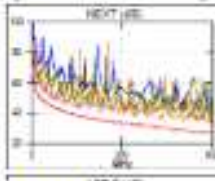
Estaciones de Red Computadas:		SYBASE-T4
193A5E-7	109A5E-TX	A19-23
193B45E-7	109A45E-T	92510-AnyLab
A19A-51	A19A-150	TR-10 Passive
TR-4	TR-18 Active	



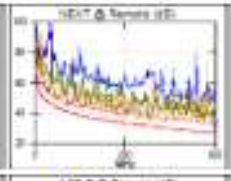
Mapa de Cableado (T568B)



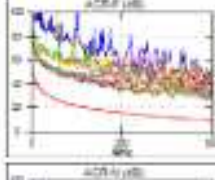
Prueba de Prueba PASA



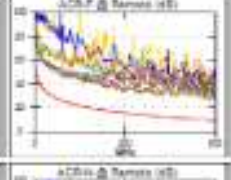
NEXT (dB)



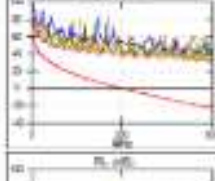
NEXT & Retorno (dB)



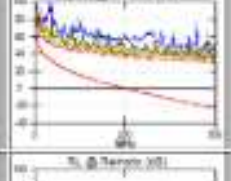
ACR-F (dB)



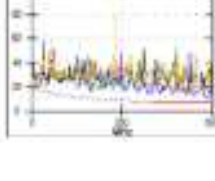
ACR-F & Retorno (dB)



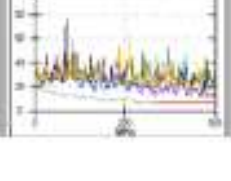
ACR-N (dB)



ACR-N & Retorno (dB)




RL (dB)





RL & Retorno (dB)

Proyecto: FISO 3  
UNIVERSIDAD ISRAEL tw

Lugar: RACK 2



LinkWare Version 7.2

**ID. Cable: DT-12**  
 Fecha / Hora: 04/28/2014 11:08:29  
**Paso Libre 3.5 dB (NEXT 36-45)**  
**Límite de Prueba: TIA Cat 6A Channel**  
 Tipo de Cable: Cat 4 UTP  
 Fecha de calibración: 02/14/2012

Operador: DIEGO ANDRIANO  
 Versión de Software: 2.6300  
 Versión de Límite: 1.8100  
 NVP: 66.0%


**Sumario de Pruebas: PASA**  
 Modelo: DTX-1800  
 Principal N/S: 8315105  
 Remoto N/S: 8806027  
 Adaptador Principal: DTX-CHA001  
 Adaptador Remoto: DTX-CHA001

Longitud (ft), Lim. 328	[Par 12]	33
Tiempo de Prop. (ns), Lim. 550	[Par 45]	52
Diferencia Retardo (ns), Lim. 30	[Par 45]	3
Resistencia (ohm.)	[Par 45]	1.8

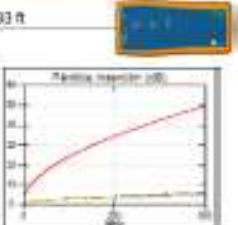
  

Pérdida inserción Margen (dB)	[Par 45]	42.9
Frecuencia (MHz)	[Par 45]	479.0
Límite (dB)	[Par 45]	48.2

Mapa de Cableado (T568B)



33 ft



Margen de Peor Caso		Valor de Peor Valor		
PASA	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>NEXT (dB)</b>	5.1	3.5	5.1	3.5
Frec. (MHz)	491.0	493.0	491.0	493.0
Límite (dB)	26.3	26.3	26.3	26.3
Peor Par	36	36	36	36
<b>PS NEXT (dB)</b>	6.3	5.6	6.3	5.6
Frec. (MHz)	491.0	493.0	491.0	493.0
Límite (dB)	23.4	23.4	23.4	23.4

PASA		MAIN		SR	
Peor Par	45-36	36-45	45-36	36-45	36-45
<b>ACR-F (dB)</b>	14.6	14.1	14.6	14.1	14.1
Frec. (MHz)	499.0	499.0	499.0	499.0	499.0
Límite (dB)	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
Peor Par	36	45	36	45	45
<b>PS ACR-F (dB)</b>	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1
Frec. (MHz)	499.0	499.0	499.0	499.0	499.0
Límite (dB)	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3

NIA		MAIN		SR	
Peor Par	36-45	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>ACR-N (dB)</b>	11.5	11.1	49.1	47.7	47.7
Frec. (MHz)	3.1	3.0	491.0	493.0	493.0
Límite (dB)	61.1	61.4	-22.5	-22.7	-22.7
Peor Par	45	36	36	36	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	13.4	13.3	50.6	50.0	50.0
Frec. (MHz)	3.4	3.3	491.0	493.0	493.0
Límite (dB)	57.9	58.2	-25.4	-25.5	-25.5


PASA		MAIN		SR	
Peor Par	45	45	45	45	45
<b>RL (dB)</b>	6.8	5.3	6.8	5.3	5.3
Frec. (MHz)	448.0	500.0	448.0	500.0	500.0
Límite (dB)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0

Indicadores de Red Compatibles:



10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
100BASE-T	100BASE-T1	ATM-25
ATM-10	ATM-155	100Vb-Asym
TR-4	TR-18 Active	TR-10 Passive

Proyecto: PISO 3  
UNIVERSIDAD ISRAELI.NV

Lugar: RACK 2



LinkWare Versión 7.2

**ID. Cable: DT-13**  
 Fecha / Hora: 04/28/2014 11:15:08  
**Paso Libre 4.7 dB (NEXT 36-45)**  
**Límite de Prueba: TIA Cat 6A Channel**  
 Tipo de Cable: Cat 4 UTP  
 Fecha de calibración: 02/14/2012

Operador: DIEGO ANDRANGO  
 Versión de Software: 2.5300  
 Versión de Límites: 1.8100  
 MVP: 69.0%

**Sumario de Pruebas: PASA**  
 Modelo: DTX-1900  
 Principal NIS: 9315105  
 Remoto NIS: 8806627  
 Adaptador Principal: DTX-CHA001  
 Adaptador Remoto: DTX-CHA001

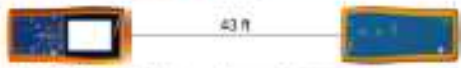
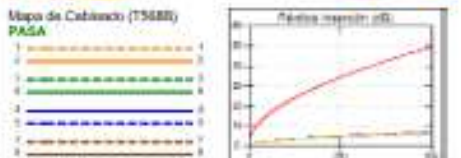
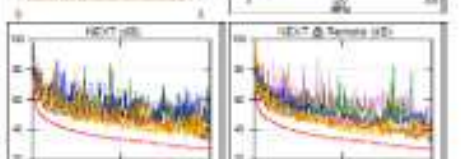
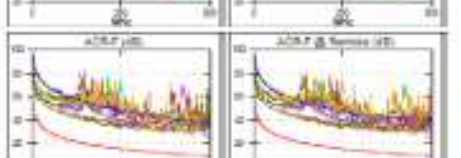
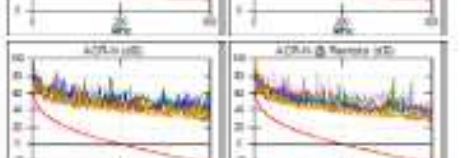
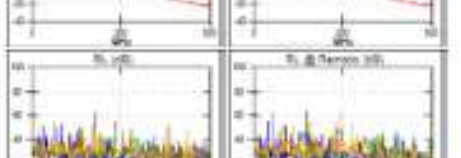


Longitud (ft), Lim. 328	[Par 12]	43
Tiempo de Prop. (ns), Lim. 555	[Par 45]	69
Diferencia Retardo (ns), Lim. 50	[Par 45]	5
Resistencia (ohm.)	[Par 38]	2.1

Pérdida inserción Margen (dB)	[Par 45]	41.8
Frecuencia (MHz)	[Par 45]	482.0
Límite (dB)	[Par 45]	48.3

Margen de Peor Caso      Valor de Peor Valor


	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASA</b>				
Peor Par	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>NEXT (dB)</b>	5.9	4.7	5.9	4.7
Frec. (MHz)	44.3	493.0	482.0	483.0
Límite (dB)	45.9	28.3	28.3	28.3
Peor Par	35	36	36	36
<b>PS-NEXT (dB)</b>	6.7	6.1	6.7	6.6
Frec. (MHz)	44.8	360.0	483.0	492.0
Límite (dB)	43.1	27.0	23.6	23.4
<b>PASA</b>				
Peor Par	45-35	36-45	45-35	36-45
<b>ACR-F (dB)</b>	15.0	14.7	15.0	14.7
Frec. (MHz)	497.0	497.0	497.0	497.0
Límite (dB)	9.3	8.3	8.3	8.3
Peor Par	36	45	36	45
<b>PS ACR-F (dB)</b>	17.9	17.6	17.9	17.6
Frec. (MHz)	497.0	497.0	497.0	497.0
Límite (dB)	6.3	6.3	6.3	6.3
<b>N/A</b>				
Peor Par	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>ACR-N (dB)</b>	13.4	13.3	48.6	47.5
Frec. (MHz)	9.6	10.8	482.0	483.0
Límite (dB)	50.5	48.4	-22.6	-22.7
Peor Par	35	36	36	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	14.7	14.9	49.5	49.7
Frec. (MHz)	9.4	10.3	483.0	492.0
Límite (dB)	48.2	47.3	-24.8	-25.5
<b>PASA</b>				
Peor Par	45	45	45	45
<b>RL (dB)</b>	8.5	7.9	8.5	7.9
Frec. (MHz)	441.0	482.0	441.0	482.0
Límite (dB)	6.0	6.0	6.0	6.0












Estados de Red Conectados:	
10BASE-T	10GBASE-TX
100BASE-T	10GBASE-T
ATM-155	ATM-155
TR-4	TR-16 Active
	100BASE-T4
	ATM-25
	1000-Any/4n
	TR-16 Passive

Proyecto: PISO 3  
UNIVERSIDAD ISRAEL Bv

Lugar: RACK 2







**ID. Cable: DT-14**  
 Fecha / Hora: 04/28/2014 11:18:47  
**Peso Libre 4.1 dB (NEXT 36-45)**  
**Límite de Prueba: TIA Cat 6A Channel**  
 Tipo de Cable: Cat 4 UTP  
 Fecha de calibración: 02/14/2012

Operador: DIEGO ANDRANGO  
 Versión de Software: 2.5300  
 Versión de Límites: 1.8100  
 NVP: 89.0%

**Sumario de Pruebas: PASA**  
 Modelo: DTX-1900  
 Principal N/S: 9315105  
 Remoto N/S: 8806027  
 Adaptador Principal: DTX-CHA001  
 Adaptador Remoto: DTX-CHA001

Longitud (ft), Lim. 325	[Par 12]	44
Tiempo de Prop. (ns), Lim. 555	[Par 45]	69
Diferencia Retardo (ns), Lim. 50	[Par 45]	4
Resistencia (ohm.)	[Par 45]	2.1

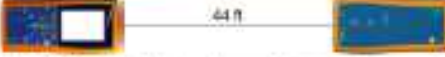
  

Pérdida Inserción Margen (dB)	[Par 45]	41.5
Frecuencia (MHz)	[Par 45]	480.0
Límite (dB)	[Par 45]	48.2

	Margen de Peor Caso		Valor de Peor Valor	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASA</b>				
Peor Par	12-36	36-45	36-45	36-45
<b>NEXT (dB)</b>	5.6	4.1	5.9	4.1
Frec. (MHz)	414.0	499.0	487.0	499.0
Límite (dB)	28.3	26.1	26.4	26.1
Peor Par	36	36	36	36
<b>PS NEXT (dB)</b>	6.4	6.2	7.3	6.2
Frec. (MHz)	334.0	499.0	487.0	499.0
Límite (dB)	27.9	23.3	23.5	23.3
<b>PASA</b>				
Peor Par	45-36	36-45	45-36	36-45
<b>ACR-F (dB)</b>	14.3	14.3	14.3	14.3
Frec. (MHz)	500.0	500.0	500.0	500.0
Límite (dB)	9.3	9.3	9.3	9.3
Peor Par	36	45	36	45
<b>PS ACR-F (dB)</b>	17.1	16.5	17.1	16.5
Frec. (MHz)	500.0	500.0	500.0	500.0
Límite (dB)	6.3	6.3	6.3	6.3
<b>N/A</b>				
Peor Par	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>ACR-N (dB)</b>	15.2	15.5	48.2	47.1
Frec. (MHz)	9.3	8.8	487.0	499.0
Límite (dB)	50.9	50.4	-22.2	-23.1
Peor Par	36	36	36	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	16.3	17.0	50.1	49.3
Frec. (MHz)	9.1	9.8	487.0	499.0
Límite (dB)	48.5	47.8	-25.1	-25.0
<b>PASA</b>				
Peor Par	45	45	45	45
<b>RL (dB)</b>	7.1	6.4	7.1	6.4
Frec. (MHz)	480.0	479.0	480.0	479.0
Límite (dB)	6.0	6.0	6.0	6.0

Equipos de Red Conectados:

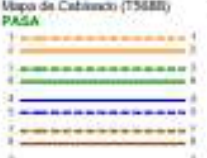
190BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
100BASE-T	100BASE-T	ATM-25
ATM-10	ATM-155	100/10-AnyLink
TR-4	TR-16 Active	TR-16 Passive



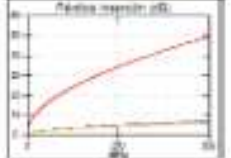
44 ft

Mapa de Cableado (T568B)

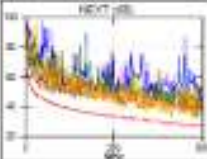
**PASA**



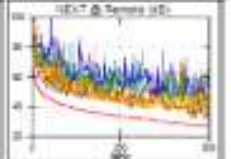
Pruebas Pasadas (dB)



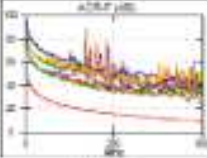
**NEXT (dB)**



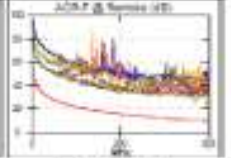
**NEXT @ Remoto (dB)**



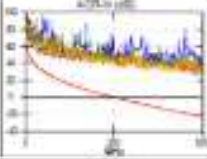
**ACR-F (dB)**



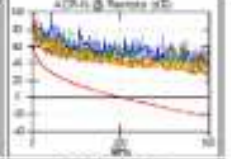
**ACR-F @ Remoto (dB)**



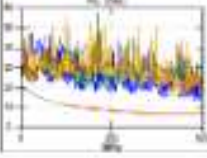
**ACR-N (dB)**



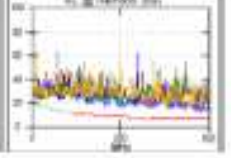
**ACR-N @ Remoto (dB)**



**RL (dB)**




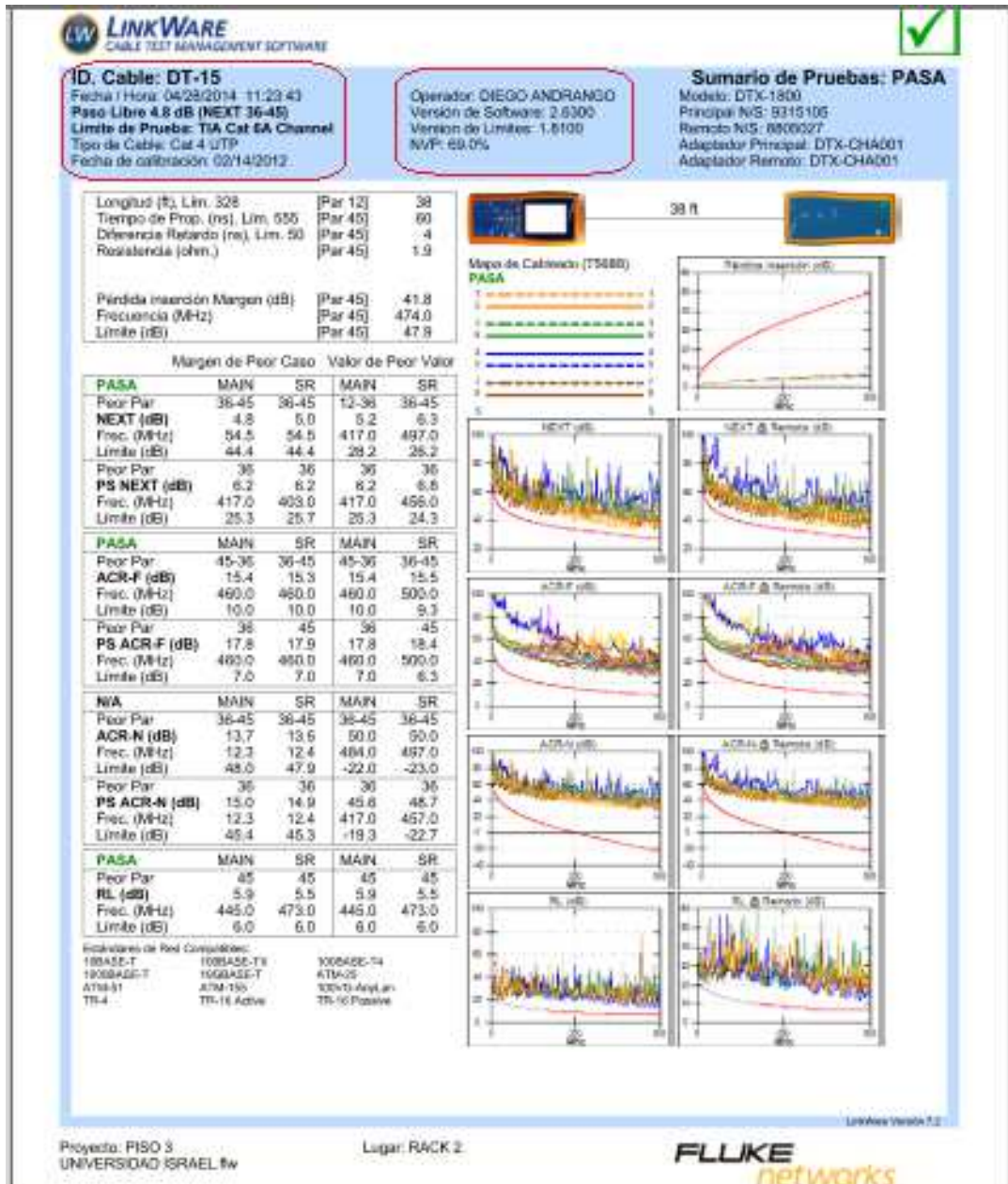
**RL @ Remoto (dB)**





Proyecto: PISO 3  
UNIVERSIDAD ISRAEL Iw

Lugar: RACK 2





**ID. Cable: DT-16**  
 Fecha / Hora: 04/29/2014 - 11:32:07  
**Peso Libre 2.3 dB (NEXT 12-36)**  
**Límite de Prueba: TIA Cat 6A Channel**  
 Tipo de Cable: Cat 4 UTP  
 Fecha de calibración: 02/14/2012.

Operador: DIEGO ANDRANGO  
 Versión de Software: 2.6300  
 Versión de Límites: 1.6100  
 NVP: 69.0%

**Sumario de Pruebas: PASA**  
 Modelo: DTX-1800  
 Principal N/S: 9315105  
 Remoto N/S: 8800027  
 Adaptador Principal: DTX-CHA001  
 Adaptador Remoto: DTX-CHA001

Longitud (ft), Lim. 328	[Par 12]	29
Tiempo de Prop. (ns), Lim. 555	[Par 45]	45
Diferencia Retardo (ns), Lim. 50	[Par 45]	3
Resistencia (ohm.)	[Par 45]	1.4

Pérdida Inserción Margen (dB)	[Par 45]	42.6
Frecuencia (MHz)	[Par 45]	468.0
Límite (dB)	[Par 45]	47.6

Margen de Peor Caso    Valor de Peor Valor

PASA	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	12-36	12-36	12-36	12-36
<b>NEXT (dB)</b>	3.9	2.3	3.9	2.3
Frec. (MHz)	447.0	500.0	447.0	500.0
Límite (dB)	-27.4	-26.1	-27.4	-26.1
Peor Par	36	36	36	36
<b>PS NEXT (dB)</b>	4.8	2.8	4.8	2.8
Frec. (MHz)	445.0	498.0	446.0	498.0
Límite (dB)	24.5	23.3	24.5	23.3

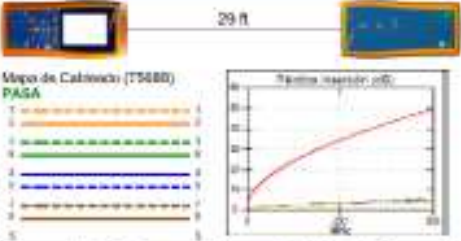
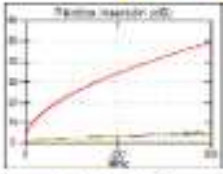
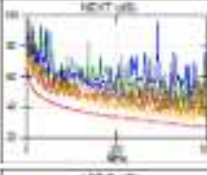
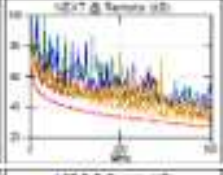
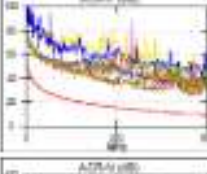
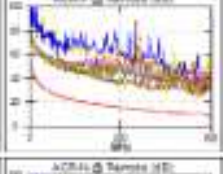
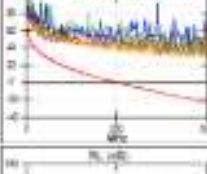
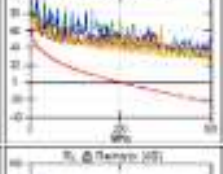
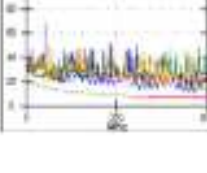
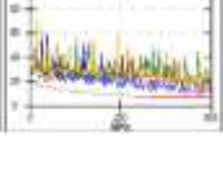
PASA	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	45-36	36-45	36-45	36-45
<b>ACR-F (dB)</b>	15.9	14.7	16.0	14.7
Frec. (MHz)	468.0	467.0	469.0	467.0
Límite (dB)	9.9	9.9	9.8	9.9
Peor Par	36	36	36	36
<b>PS ACR-F (dB)</b>	17.1	17.8	17.1	17.8
Frec. (MHz)	459.0	468.0	459.0	468.0
Límite (dB)	7.0	6.9	7.0	6.9

N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	36-45	36-45	12-36	12-36
<b>ACR-N (dB)</b>	16.1	16.1	46.6	47.8
Frec. (MHz)	3.0	3.0	446.0	500.0
Límite (dB)	61.4	-61.4	-18.9	-23.2
Peor Par	45	36	36	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	15.7	16.4	47.3	48.2
Frec. (MHz)	3.5	15.5	446.0	498.0
Límite (dB)	67.6	42.8	-21.7	-25.9

PASA	MAIN	SR	MAIN	SR
Peor Par	45	45	45	45
<b>RL (dB)</b>	5.0	2.5	5.0	2.5
Frec. (MHz)	451.0	469.0	451.0	469.0
Límite (dB)	6.0	6.0	6.0	6.0













Equipos de Red Conectados:

18045E-T	10845E-TX	10845E-T4
180845E-T	10845E-T	419-25
AT84-01	ATM-150	32670-AnyLink
TR-4	TR-16 Active	TR-16 Passive

Proyecto: PISO 3  
UNIVERSIDAD ISRAEL fw

Lugar: RACK 2





ID. Cable	Sumario	Límite de Prueba	Longitud	Paso Libre	Fecha / Hora:
DT-01	PASA	TIA Cat 6A Channel	33 ft	2.1 dB (NEXT)	04/28/2014 10:21
DT-02	PASA*	TIA Cat 6A Channel	34 ft	1.0 dB (NEXT)	04/28/2014 10:22
DT-03	PASA*	TIA Cat 6A Channel	34 ft	1.3 dB (NEXT)	04/28/2014 10:23
DT-04	PASA	TIA Cat 6A Channel	39 ft	3.1 dB (NEXT)	04/28/2014 10:24
DT-05	PASA*	TIA Cat 6A Channel	39 ft	0.9 dB (NEXT)	04/28/2014 10:27
DT-06	PASA	TIA Cat 6A Channel	29 ft	4.3 dB (NEXT)	04/28/2014 10:29
DT-07	PASA	TIA Cat 6A Channel	29 ft	3.0 dB (NEXT)	04/28/2014 10:30
DT-08	PASA	TIA Cat 6A Channel	20 ft	3.6 dB (NEXT)	04/28/2014 10:38
DT-09	PASA	TIA Cat 6A Channel	20 ft	4.3 dB (NEXT)	04/28/2014 10:41
DT-10	PASA*	TIA Cat 6A Channel	20 ft	1.6 dB (NEXT)	04/28/2014 10:47
DT-11	PASA	TIA Cat 6A Channel	24 ft	3.5 dB (NEXT)	04/28/2014 10:58
DT-12	PASA	TIA Cat 6A Channel	33 ft	3.5 dB (NEXT)	04/28/2014 11:06
DT-13	PASA	TIA Cat 6A Channel	43 ft	4.7 dB (NEXT)	04/28/2014 11:15
DT-14	PASA	TIA Cat 6A Channel	44 ft	4.1 dB (NEXT)	04/28/2014 11:18
DT-15	PASA	TIA Cat 6A Channel	38 ft	4.8 dB (NEXT)	04/28/2014 11:23
DT-16	PASA	TIA Cat 6A Channel	29 ft	2.3 dB (NEXT)	04/28/2014 11:32



---

Longitud Total:	506 ft
Cantidad de Informes:	16
Cantidad de informes de paso:	16
Cantidad de informes de falla:	0
Numero de Advertencias de Reportes:	0
Documentacion Solamente:	0

## UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL



"Responsabilidad con pensamiento positivo"

Quito 6 de junio de 2014

Mediante la presente se realiza la entrega formal del laboratorio de Redes de Datos y Comunicaciones de la Universidad Tecnológica Israel, implementada la red de cobre y fibra óptica como trabajos de graduación.

Para constancia de la entrega del Laboratorio de Redes de Datos y Comunicaciones en perfecto estado y funcionando correctamente firman:

Andraugo Arias Diego Eduardo

Estudiante

Edgar Faxán Briceño Jarama

Estudiante

Mg. Wilmer Albarracín

Tutor de tesis

Mg. Tania Mayorga

Coordinadora de la Carrera de Electrónica



Ing. Edwin Lagos

Director de Recursos Tecnológicos



# **ANEXO 2**

## **FOTOS ILUSTRATIVAS INSTALADAS EN EL LABORATORIO**

## ESTRUCTURA DE FIBRA ÓPTICA - FIBER RUNNER



### Color Options

The system is available in three standard colors to meet the need for data center aesthetics and to differentiate between different types of cables routed within a data center or service provider central office.



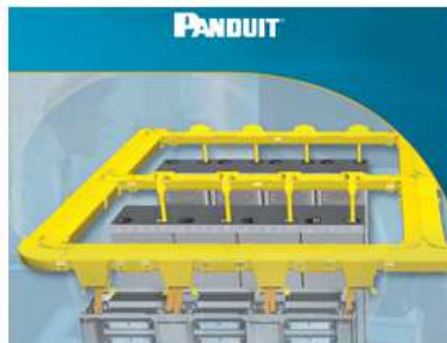
**Yellow** – Typical color used to denote a single mode fiber optic cable route.



**Black** – Used in data centers in which aesthetics are more important.



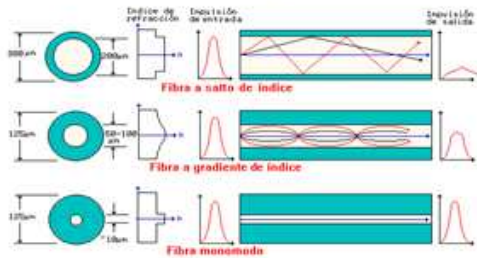
**Orange** – Typically used to denote multimode fiber.



TIPOS DE FIBRA ÓPTICA = ATENUACIONES



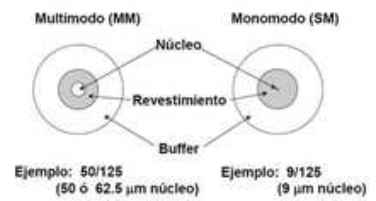
Longitud de onda	Tipo de fibra o (diámetro/coeficiente)	Distancia máxima
850 nm	100-140 μm 85-125 μm 62.5-125 μm 50-125 μm	0,1
		0,5
		1
		5
1300 nm	50-125 μm 9-125 μm	10
		50
1550 nm	9-125 μm	100



Longitud de onda (nm)	Coeficiente de atenuación del cable (dB/km)		Ancho de banda modal mínimo (MHz·km)			
	850	1300	En desbordamiento	1300	Láser	
Tipo de fibra óptica	Diámetro del núcleo (μm)					
OM1	50 o 62,5	3,5	1,5	200	500	No especificado
OM2	50 o 62,5	3,5	1,5	500	500	No especificado
OM3	50	3,5	1,5	1.500	500	2.000
OM4 (plastic)	50	3,5	1,5			Por determinar 3.000 - 4.700

ATENUACIÓN				
Tipo de Fibra	Longitud de Onda nm	Diámetro del núcleo, μm	Taza de Atenuación Máxima db/km	Taza de Atenuación Promedio db/km
Multimodo	850	62,5	3,5	2,8-3
Multimodo	850	50	3,5	2,5-2,7
Multimodo	1300	62,5	1,5	0,7
Multimodo	1300	50	1,5	0,7
Monomodo	1310	8,2	0,5-1	0,3-0,35
Monomodo	1550	8,2	0,25	0,2

Tazas máximas y promedio de atenuación de acuerdo a TIA/EIA 568-B



## CÓDIGO DE COLORES DE LA FIBRA ÓPTICA Y CONECTORES DE FIBRA

### Código de Colores Estándares TIA-598-A Fibra Óptica

Cables fabricados por PIRELLI - ALCATEL

1 - AZUL
2 - NARANJA
3 - VERDE
4 - AMARILLO
5 - GRIS
6 - BLANCO
7 - ROJO
8 - NEGRO
9 - AMARILLO
10 - VIOLETA
11 - ROSA
12 - CELESTE

Tabla de numeración de cables de TFFFO - Código de Colores Estándares TIA-598-A Fibra Óptica

Fibra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
3	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
4	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
5	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
6	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
7	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
8	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
9	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
10	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
11	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144

### Código de color de la fibra óptica para Cubiertas (TIA/EIA-598)

	MaxCap-BB-OM3/OM4 400, 800, L5Zn, S2S, S2S, L5ZnZS, todos los series de interconexión, fibra plomum y L5Zn
	MMF - 62.5/50µm, OM1/OM2+ 400, 800, L5Zn, S2S, S2S, L5ZnZS, todos los series de interconexión, fibra plomum y L5Zn
	Monomodo mejorada Incluyendos BB-XS 400, 800, L5Zn, S2S, S2S, L5ZnZS, todos los series de interconexión, fibra plomum y L5Zn
	Híbrido 400, 800, L5Zn, S2S, S2S, L5ZnZS, todos los cables interiores exteriores y cables de planta exterior independientemente del tipo de fibra

	Distancia max.	Fibra	Lunghezza d'onda	Connectors
Fast Ethernet	100BASE FX	2 Km	2 fibra Multimodo	ST, LC, SC
	100BASE LX	30 Km	2 fibra Monomodo	LC, SC
	100BASE EX	40 Km	2 fibra Monomodo	SC
	100BASE ZX	80 Km a 120 Km	2 fibra Monomodo	SC
	100BASE BX	20 Km a 40 Km	1 fibra Monomodo	SC
Gigabit Ethernet	1000BASE SX	550 m	2 fibra Multimodo	ST, LC, SC
	1000BASE LX4X	10 Km	2 fibra Monomodo	LC, SC
	1000BASE EX	550 m	dos fibra multimodo + adaptacion (Multi Conditioning)	LC, SC
	1000BASE ZX	40 Km	2 fibra Monomodo	LC
	1000BASE BX	70 Km	2 fibra Monomodo	LC, SC
1000BASE BX	10 Km	1 fibra Monomodo	1310 nm TX / 1490 nm RX 1490 nm TX / 1310 nm RX	SC

### TIPOS DE CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA

Los conectores más comunes usados en la fibra óptica para redes de área local son los conectores **ST, LC, FC y SC**.

El conector SC (Set and Connect) es un conector de inserción directa que suele utilizarse en computadores Ethernet de tipo Gigabit. El conector ST (Set and Twist) es un conector similar al SC, pero requiere un giro del conector para su inserción, de modo similar a los conectores coaxiales.

Los tipos de conectores disponibles son muy variados, entre los que podemos encontrar se hallan los siguientes:

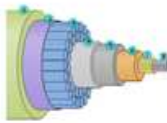
- **FC**, que se usa en la transmisión de datos y en las telecomunicaciones.
- **FDDI**, se usa para redes de fibra óptica.
- **LC y MT-RJ** que se utilizan en transmisiones de alta densidad de datos.
- **SC y SC-Duplex** se utilizan para la transmisión de datos.
- **ST o BFOC** se usa en redes de edificios y en sistemas de seguridad.



## TIPOS DE CABLES = EQUIPOS DE FIBRA ÓPTICA

**Cable Submarino**

1. Una sección transversal.
2. Polietileno.
3. Cinta de mple®.
4. Alambres de acero trenzado.
5. Barrera de aluminio reactivo al agua.
6. Policaprolactato.
7. Tubo de cobre o aluminio.
8. Vasilina.
9. Fibras ópticas.



**Cable Aéreo**



**Cables Internos**



**Patch Cord de Fibra**



**Odf**



**Fusión Odf – Cassette de Fibr**



**Fusionadora**



**Kit de Fusión**



**OTDR**



**VFL de Fibra Óptica**



**Transceiver**

