



*“Responsabilidad con pensamiento positivo”*

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO  
DE: INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y  
TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE CABLEADO ESTRUCTURADO EN EL LABORATORIO 304 CATEGORÍA 6, EQUIPO SWITCH DE CAPA 2 CON 24 PUERTOS GIGA ETHERNET Y 4 PUERTOS PARA MÓDULOS SFP COMPATIBLES CON TRANSCEIVERS ELÉCTRICOS Y ÓPTICOS, PARA LA INTEGRACIÓN CON LA NUEVA RED DE FIBRA ÓPTICA DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL.**

**AUTOR: LLAMATUMBI MUÑOZ RICARDO MAURICIO**

**TUTOR: MG. FIDEL DAVID PARRA BALZA**

**QUITO, ECUADOR**

**2019**

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

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE CABLEADO ESTRUCTURADO EN EL LABORATORIO 304 CATEGORÍA 6, EQUIPO SWITCH DE CAPA 2 CON 24 PUERTOS GIGA ETHERNET Y 4 PUERTOS PARA MÓDULOS SFP COMPATIBLES CON TRANSCEIVERS ELÉCTRICOS Y ÓPTICOS, PARA LA INTEGRACIÓN CON LA NUEVA RED DE FIBRA ÓPTICA DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL”**, presentado por el Sr. LLamatumbi Muñoz Ricardo Mauricio, 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. junio del 2019

TUTOR

.....

Mg. Fidel David Parra Balza

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

El abajo firmante, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente proyecto, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y personales, de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ricardo Mauricio LLamatumbi Muñoz

C.I. 171223343-4

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Proyecto de aprobación de acuerdo con el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Tecnológica Israel.

Quito, junio del 2019

Para constancia firma:

**TRIBUNAL DE GRADO**

F.....

**PRESIDENTE**

F.....

**VOCAL**

F.....

**VOCAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis Padres que creyeron en mí, por el gran esfuerzo que hicieron por apoyarme en todo lo que necesite para que pueda convertirme en un gran profesional.

A Dios por darme salud, sabiduría, fortaleza y paciencia para culminar la Universidad.

A mi querida Universidad Israel por abrirme las puertas para que pudiera estudiar y culminar una carrera, a mis queridos Maestros por los conocimientos adquiridos.

Ricardo Mauricio LLamatumbi Muñoz

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a mis padres por su apoyo incondicional, por ser un pilar fundamental en mi vida, que con sus sabios consejos supieron guiarme para que me convirtiera en un hombre de bien.

A mi adorada esposa y bellos hijos que siempre estuvieron alentándome para que siga adelante y culmine con mi titulación.

Ricardo Mauricio LLamatumbi Muñoz

## RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada con el objetivo de mejorar la deficiente conectividad existente en la red del laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel, ubicada en la ciudad de Quito. El estudio se realizó, por medio de una indagación de las diversas tecnologías existentes para una red de datos de cableado estructurado y las normas internacionales que las rigen, lo cual permitió seleccionar la mejor alternativa que considera criterios técnicos de escalabilidad, disponibilidad y velocidad de transmisión.

Posteriormente se realizó el diseño y se ejecutó la implementación de la red de datos de cableado estructurado categoría 6 con un switch de capa 2 Tp-Link con 48 puertos Giga ethernet y 4 puertos para módulos SFP compatibles con transceivers para fibra óptica, esta implementación incluyó las pruebas de conexión de la red respectivas, lo cual solucionó el problema de conectividad en el laboratorio, que permitirá mejorar el aprendizaje práctico de los estudiantes.

**Palabras Clave:** red, cableado estructurado, fibra óptica, conectividad, diseño, implementación.

## **ABSTRACT**

The present research was carried out with the objective of improving the poor connectivity existing in the network of 304's laboratory of the Israel Technological University, located in Quito city. The study was conducted through an investigation of the various existing technologies for a structured cabling of data network and the international standards that regulate them, which allowed selecting the best alternative considering technical aspects of scalability, availability and transmission speed.

Subsequently, the design and implementation of the category 6 structured cabling of data network was executed with a Tp-Link layer 2 switch with 48 Giga ethernet ports and 4 SFP modules ports compatible with electric and optical transceivers for optical fiber. The implementation included the respective network connection tests, which resulted in the solution of the connectivity problem in the laboratory, which will improve the practical learning of the students.

**Keywords:** Network, structured cabling, optical fiber, connectivity, design, implementation.



## ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
DEDICATORIA .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE GENERAL .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
1. Antecedentes.....	1
2. Problema de Investigación: Planteamiento y Justificación .....	2
Planteamiento .....	2
Justificación.....	3
3. Objetivos del Trabajo de Titulación .....	4
Objetivo general .....	4
Objetivos específicos.....	4
4. Alcance .....	4
5. Descripción de los capítulos .....	5
CAPÍTULO I.....	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	6
1.1 Red de datos.....	6
1.1.1 Red de área personal (PAN) .....	6
1.1.2 Red de Área local (LAN).....	7
1.1.3 Red de Área Metropolitana (MAN).....	8
1.1.4 Red de Área Amplia (WAN) .....	8
1.2 Tipo de topologías .....	9
1.2.1 Topología en bus .....	9
1.2.2 Topología de tipo estrella .....	10
1.2.3 Topología en anillo .....	11
1.2.4 Topologías híbridas .....	11
1.3 Modelos de referencia.....	12
1.3.1 Modelo OSI .....	12
1.3.2 Modelo TCP / IP .....	14

1.3.3	Características comparativas entre los modelos OSI y TCP/IP.....	14
1.4	Medios de transmisión .....	15
1.4.1	Medios guiados.....	15
1.4.2	Medios no guiados.....	21
1.4.3	Señal inalámbrica y la norma IEEE 802.11.....	21
1.4.4	Elementos de red .....	21
1.4.5	Ethernet.....	23
1.5	Cableado estructurado.....	27
1.5.1	Categoría de cables .....	27
1.6	Organismos .....	28
1.7	Normas.....	29
1.8	Módulos SFP.....	30
1.9	Rack o gabinete para el equipamiento .....	31
1.10	Patch panel.....	32
1.11	Patch Cord de fibra LC UPC SC UPC.....	32
1.12	Certificación de la red.....	33
1.12.1	Características de una herramienta certificadora.....	33
1.12.2	Parámetros de certificación de una red.....	34
1.13	Instalaciones de entrada .....	37
1.14	Cuarto o armario de telecomunicaciones.....	37
1.15	Cableado vertical .....	38
1.16	Cableado horizontal .....	38
1.17	Área de trabajo.....	39
CAPÍTULO II.....		40
MARCO METODOLÓGICO .....		40
2.1	Método de investigación .....	40
2.2	Tipos de investigación .....	40
2.2.1	Por los objetivos .....	40
2.2.2	Por el lugar .....	40
2.2.3	Por el alcance.....	41
2.2.4	Por la factibilidad .....	41
2.3	Técnicas de recolección de información.....	41
2.3.1	Observación de campo.....	41
2.3.2	Observación documental .....	41
2.4	Técnicas de análisis .....	42

2.4.1	Análisis .....	42
2.4.2	Síntesis.....	42
2.4.3	Deducción.....	42
CAPÍTULO III .....		43
PROPUESTA .....		43
3.1	Descripción de la Propuesta.....	43
3.1.1	Módulo de acceso .....	44
3.1.2	Módulo de distribución .....	46
3.1.3	Módulo de energía.....	48
3.2	Aspectos Técnicos .....	48
3.3	Software y hardware especializado.....	48
3.4	Análisis de Costos.....	50
3.5	Análisis de Tiempo .....	54
3.6	Ventajas del Producto .....	56
CAPÍTULO IV .....		57
IMPLEMENTACIÓN .....		57
4.1	Desarrollo.....	57
4.1.1	Rotulación de elementos .....	60
4.2	Implementación .....	65
4.2.1	Desmontaje de equipamiento y remoción de cableado .....	65
4.2.2	Instalación de canaletas y tomas.....	66
4.2.3	Tendido de cable UTP .....	67
4.2.4	Instalación de conectores.....	68
4.2.5	Colocación del Switch y Patch panel .....	69
4.2.6	Conexiones .....	70
4.2.7	Rotulación .....	73
4.3	Pruebas de Funcionamiento .....	74
4.3.1	Prueba de Stack de protocolos.....	74
4.4	Análisis de resultados .....	78
BIBLIOGRAFÍA .....		82
ANEXOS .....		86

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Dispositivos de una Red PAN.....	7
Figura 1.2 Red de Área Local LAN .....	7
Figura 1. 3 Red de Área Metropolitana MAN.....	8
Figura 1.4 Estructura de una red WAN .....	9
Figura 1.5 Topología tipo bus .....	10
Figura 1.6 Topología tipo estrella .....	10
Figura 1. 7 Topología tipo anillo .....	11
Figura 1. 8 Topologías híbridas.....	12
Figura 1.9 Las capas del modelo OSI.....	13
Figura 1. 10 Comparación entre el modelo OSI y el TCP/IP .....	15
Figura 1. 11 Cable UTP.....	16
Figura 1. 12 Cable STP .....	17
Figura 1. 13. Cable FTP .....	17
Figura 1. 14 Conector RJ45.....	18
Figura 1. 15 Esquema de cable coaxial .....	18
Figura 1.16 Partes principales de fibra óptica .....	19
Figura 1. 17 Fibra monomodo .....	20
Figura 1. 18 Fibra multimodo.....	20
Figura 1. 19 Switch.....	21
Figura 1. 20 Router.....	23
Figura 1. 21 Notación para identificar los medios de transmisión empleados en Ethernet. 23	
Figura 1.22 Ethernet conmutado .....	25
Figura 1. 24 Transceiver.....	31
Figura 1. 25 Rack abierto para red .....	31
Figura 1. 26 Patch panel .....	32
Figura 1. 27 Patch Cord de Fibra.....	32
Figura 1. 28 Equipo de certificación Fluke networks DSX-5000 INTL .....	34
Figura 1. 29 Medida del tiempo de propagación .....	35
Figura 1. 30 Medición de distancia .....	35

Figura 3.1 Módulos del proyecto.....	44
Figura 3.2 Switch TP-LINK TL-SG2452.....	47
Figura 3.3 Soporte de pared.....	47
Figura 3.4 Equipo Fluke DSX-5000.....	49
Figura 3.5 Pantalla Principal de AutoCAD .....	50
Figura 3.6 Cronograma de Actividades .....	55
Figura 4.1 Topología Lógica de la red .....	58
Figura 4.2 Diagrama unifilar de la ubicación de Equipos y puertos .....	59
Figura 4.3 Diagrama unifilar de la red .....	60
Figura 4.4 Etiqueta del Faceplate .....	61
Figura 4.5 Etiqueta de puertos para el patch panel.....	61
Figura 4.6 Etiqueta de cable UTP.....	62
Figura 4.7 Diagrama unifilar del Rack .....	64
Figura 4.8 Desmontaje de los equipos.....	65
Figura 4.9 Remoción de cableado .....	66
Figura 4.10 Instalación de canaletas.....	66
Figura 4.11 Instalación de tomas.....	67
Figura 4.12 Tendido de cable UTP.....	67
Figura 4.13 Instalación de Jacks.....	68
Figura 4.14 Ubicación Rack de pared .....	68
Figura 4.15 Vista posterior de las conexiones Rack.....	69
Figura 4.16 Equipos instalados en Rack.....	69
Figura 4.17 Conexiones entre el Switch y el Patch panel .....	71
Figura 4.18 Transceiver y Patch Cord de Fibra.....	72
Figura 4.19 Instalación entre la red de fibra óptica y la red LAN.....	72
Figura 4.20 Colocación de la tapa del organizador (canaleta) .....	73
Figura 4.21 Conexión de terminales a la red LAN.....	73
Figura 4.22 Rotulación .....	74
Figura 4.23 Pruebas Ping de conectividad.....	75
Figura 4.24 Pruebas comando tracert .....	75
Figura 4.25 Medición de puntos de red .....	76
Figura 4.26 Reporte de medición de cables, categoría 6 .....	76
Figura 4.27 Reporte de medición de cable D01 .....	77
Figura 4.28 Promedio de margen de pérdida por inserción.....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Cobertura de las Diferentes Redes .....	9
Tabla 1.2 Versiones de Ethernet clásica y sus características .....	24
Tabla 1.3 Versiones de 10 Gigabit Ethernet y sus características .....	27
Tabla 1.4 Tipos de módulos SFP.....	30
Tabla 1.5 Tabla tamaño recomendado para el Cuarto de Telecomunicaciones .....	38
Tabla 3.1 Parámetros mínimos del cable categoría 5e .....	45
Tabla 3.2 Parámetros mínimos del cable categoría 6 .....	45
Tabla 3.3 Características del Switch TP-LINK TL-SG2452.....	46
Tabla 3.4 Proforma.....	51
Tabla 3.5 Costos Directos.....	52
Tabla 3.6 Costos Indirectos .....	53
Tabla 3.7 Sub Total de Proyecto .....	53
Tabla 3.8 Costo Total de Proyecto .....	53
Tabla 4.1 Etiquetado de los equipos en el laboratorio 304.....	62
Tabla 4.2 Conexiones entre el Switch y el Patch Panel.....	70

# INTRODUCCIÓN

## 1. Antecedentes

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), cada día van innovándose, tanto en software como en hardware, lo cual, sumado a la creciente demanda de usuarios y gran cantidad de datos por transmitir generan un pronto deterioro del equipamiento instalado anteriormente, debido a su baja capacidad e incompatibilidad con los modernos, lo cual no permite una integración adecuada.

En el trabajo de titulación “Implementación de la Red de Datos para veinticuatro computadoras en el laboratorio 4-07 de la sede matriz de la Universidad Israel”, señala que “el funcionamiento de la red de datos de categoría 5E se ha visto afectado debido a una serie de factores entre los que destacan, mayor número de usuarios, desconexión física entre equipos, mayor demanda en la transmisión de datos, entre otros (...)” (Coello, 2018).

Se demuestra, que a pesar de la existencia de las redes inalámbricas; el cableado estructurado es muy utilizado para la interconexión de equipos en redes LAN, debido a su gran velocidad, eficiencia y seguridad.

La Universidad Tecnológica Israel posee laboratorios destinados al desarrollo de prácticas que fortalecen lo aprendido en las aulas; el laboratorio 304 está conectado mediante un cableado de red hacia un switch y este a su vez a la red principal de la Universidad; sin embargo, se ha comprobado que su conectividad es deficiente, su equipamiento es desactualizado, no es compatible con nuevas tecnologías y no cumple con normas y estándares de cableado estructurado.

La única solución que se da a este problema es realizar un nuevo diseño e implementación con criterios técnicos de escalamiento, disponibilidad y velocidad de transmisión, esta nueva red de cableado estructurado deberá ser desarrollado en función de los estándares y normativas vigentes en las redes de datos.

## 2. Problema de Investigación: Planteamiento y Justificación

### Planteamiento

Las redes son parte del entorno cotidiano, dentro de la educación es un medio vital para la difusión de conocimientos dado que, por medio de estas se pueden hacer consultas a bibliotecas virtuales, plataformas de estudios, video conferencias, así como la práctica de programas computacionales dentro de la Universidad.

Al existir una deficiente conectividad en la red del laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel, es importante examinar las causas y efectos negativos que estas producen. **(Ver Anexo “A”)**

Las principales causas son:

Incumplimiento de normas y estándares en el cableado, ya que no existe un Patch Panel, el etiquetado en el cable es deficiente o nulo, el cable está en mal estado y desorganizado y existen conectores sin capuchón.

Equipamiento desactualizado, debido que el cable utilizado en la red es de categoría 5e y el Switch no se puede instalar en un rack.

Incompatibilidad entre equipos, puesto que el Switch es de base 10/100 y solo para 16 puertos, además de no contar con puertos para módulos SFP compatibles con transceivers eléctricos y ópticos.

Por lo anteriormente expuesto, de no darse una solución adecuada al problema, continuarán las dificultades en la conectividad durante las prácticas de laboratorio en la Universidad Tecnológica Israel, lo cual afecta significativamente el aprendizaje de los estudiantes. Así, a continuación, se plantea el problema evidenciado de la siguiente manera:

¿El diseño e implementación de cableado estructurado categoría 6, equipo Switch de capa 2 con 24 puertos Giga ethernet y 4 puertos para módulos SFP compatibles con



transceivers eléctricos y ópticos, permitirá solucionar las dificultades de conectividad del laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel?

### **Justificación**

El creciente progreso de las diferentes tecnologías, entre ellas las TICS (Tecnologías de Información y Comunicación), demanda a la Universidad Tecnológica Israel a estar a la vanguardia en este campo, razón por la cual debe contar con instalaciones y laboratorios adecuados que brinden las garantías necesarias a sus estudiantes para asegurar su aprendizaje.

De acuerdo al tema planteado y a los diferentes contenidos que serán abordados en el desarrollo del presente proyecto investigativo, se puede afirmar que el presente trabajo solucionará la deficiente conectividad existente en la red del laboratorio 304, a través de la renovación de la misma, bajo normas y estándares internacionales, con lo cual se garantiza un mejor funcionamiento, mayor velocidad y seguridad desde la transmisión así como la recepción de datos, pero también a partir una adecuada integración con la red de fibra óptica de la Institución.

Los beneficiarios directos de esta investigación serán los alumnos y docentes de la Universidad Tecnológica Israel, puesto que al mejorar la conectividad en el laboratorio 304, se evitará retrasos en las clases prácticas de laboratorio y mejorará la actividad académica. Además, indirectamente se beneficiará la Universidad como institución, ya que, si los laboratorios están equipados con tecnología de punta, tendrá una mejor reputación ante la ciudadanía y por ende una mejor acogida por los nuevos estudiantes.

### **3. Objetivos del Trabajo de Titulación**

#### Objetivo general

Diseñar e implementar una red de datos con cableado estructurado categoría 6 y un switch de capa 2 con 24 puertos Giga ethernet y 4 puertos para módulos SFP compatibles con transceivers eléctricos y ópticos en el laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel, para mejorar la interconexión entre los equipos e integración con la nueva red de fibra óptica de la Universidad Tecnológica Israel.

#### Objetivos específicos

- Investigar la diferente normativa que existe para implementar una red de datos de cableado estructurado y los estándares internacionales que las rigen.
- Seleccionar la mejor alternativa en cuanto a equipamiento y materiales, de acuerdo con los estándares y normativas de cableado estructurado bajo criterios técnicos de escalabilidad, disponibilidad y velocidad de transmisión.
- Diseñar la red de datos de cableado estructurado categoría 6 con un switch de capa 2 con 24 puertos Giga ethernet y 4 puertos para módulos SFP compatibles con transceivers eléctricos y ópticos para fibra óptica.
- Implementar la red de datos con cableado estructurado en el laboratorio 304 con todos sus equipos y protocolos de comunicación y realizar las respectivas pruebas de conexión de la red y funcionamiento.

### **4. Alcance**

Este proyecto se implementó en el laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel, en base a un diseño de red de datos de cableado estructurado categoría 6 y un Switch de capa 2, donde se aplicó normas, estándares internacionales y criterios técnicos de escalabilidad, disponibilidad y velocidad de transmisión.

Se utilizaron puertos Giga ethernet y puertos para módulos SPF compatibles con transceivers eléctricos y ópticos para la integración con la nueva red de fibra óptica de la Institución, lo cual garantizará un mejor funcionamiento; mayor seguridad y velocidad, en la transmisión de datos, lo cual dio como resultado el mejoramiento del aprendizaje práctico de los estudiantes.

## **5. Descripción de los capítulos**

En el primer capítulo, se presenta toda la fundamentación teórica necesaria para la ejecución de este proyecto de investigación, se presentan los conceptos básicos de Networking, capas del modelo OSI, estándares y normativas de cableado estructurado, categorías de cableado. Además, en este capítulo se describen las características y funcionamiento de un Switch de capa 2. Además, se hace una breve descripción de la seguridad como Puesta a Tierra

En el capítulo dos, se describe el marco metodológico utilizado para el desarrollo de este trabajo, además se describe y analiza la situación actual del laboratorio y se muestran imágenes para tener una clara visión del escenario en el cual se realiza la implementación.

El capítulo tres, propone el diseño que se pretende implementar en el laboratorio, aquí se describe el diseño, se detalla los componentes, su función y las interconexiones entre los mismos.

En el último capítulo, se describe el proceso de implementación de la red con todos sus equipos, las pruebas de funcionamiento respectivas y se analizan los resultados finales del proyecto.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La base del presente proyecto es la conceptualización de diversas temáticas, de esta forma se obtiene una visión clara de cómo solucionar el problema en mención.

### 1.1 Red de datos

Según Andreu (2011), las redes de datos o redes informáticas son “un conjunto de sistemas informáticos o interfaces conectados entre sí que comparten elementos, e incrementan así la eficiencia de los procesos” (pág. 11); muchos otros autores han intentado definir este término; sin embargo se lo puede resumir como un sistema de comunicación que está compuesto por varios componentes y usuarios.

Con el pasar de los años, la utilización de las redes de computadoras se incrementó rápidamente, y las tecnologías de red no eran compatibles entre sí, por lo que fue necesario crear los estándares conocidos como: “redes de área local (LAN), redes de área metropolitana (MAN) y redes de área amplia (WAN)” (IONOS, 2019, párr. 3).

#### 1.1.1 Red de área personal (PAN)

Por lo general se lo denomina PAN (Personal Área Network), se refiere a todos los dispositivos que son utilizados por el usuario final; es decir, a la conexión de todas las computadoras hacia los periféricos, monitor, teclado, impresora, entre otros.

PAN es la red que se encuentra centrada en las personas y facilita la comunicación con los dispositivos personales como pueden ser: celulares, PDA's, tablets, etc. Además, permite establecer una red inalámbrica cuyo alcance puede ser hasta 10m.

Una ventaja de la red PAN es que el usuario puede movilizarse por el área de cobertura sin perder la conexión, lo cual brinda una mayor seguridad en la transferencia de archivos,

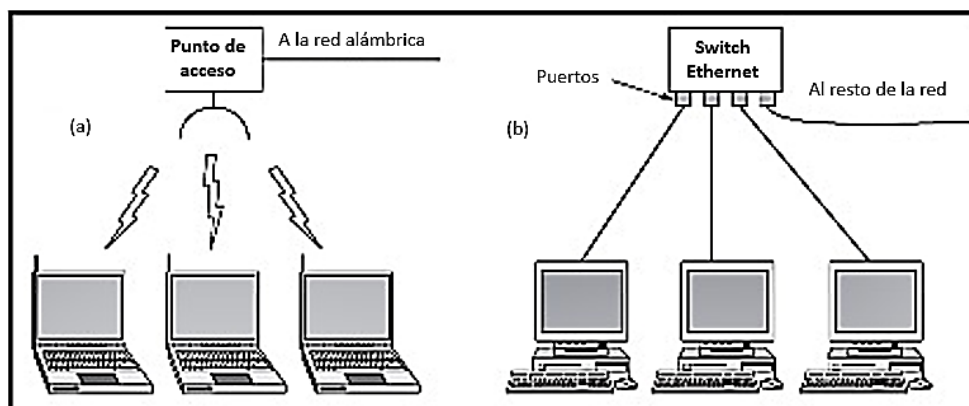
sin embargo, la transferencia masiva no es efectiva (MAC3, 2016). La Figura 1.1 muestra los dispositivos más comunes que pueden estructurar un ejemplo de una red PAN.



**Figura 1.1** Dispositivos de una Red PAN  
Fuente: (MAC3, 2016)

### 1.1.2 Red de Área local (LAN)

Conocida así por su nombre en inglés (Local Area Networks), las cuales generalmente son utilizadas dentro de un domicilio, edificio u oficina; estas redes “están basados en enlaces punto a punto, actualmente son muy utilizadas para compartir recursos y el intercambio de información entre equipos” (CISSET , 2019), en la figura 1.2 se puede observar un ejemplo de una red LAN.

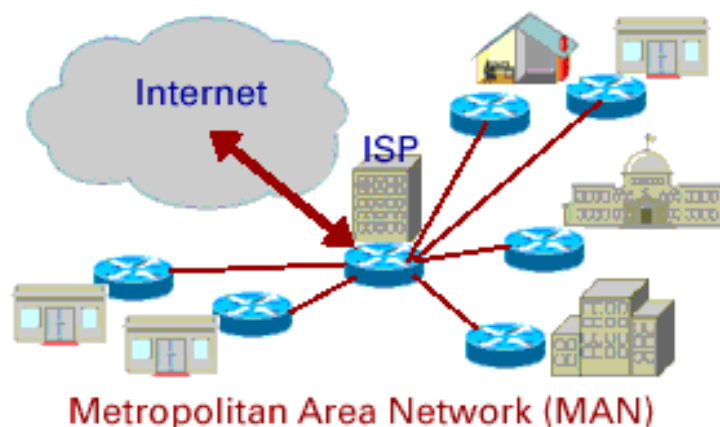


**Figura 1.2** Red de Área Local LAN  
Fuente: (Tanenbaum & David, 2012, pág. 17)

### 1.1.3 Red de Área Metropolitana (MAN)

“Conocidas como Metropolitan Area Network, cubre toda una ciudad” (Tanenbaum & David, 2012, pág. 20), y son muy utilizadas en las redes de televisión por cable que actualmente están disponibles en muchas ciudades.

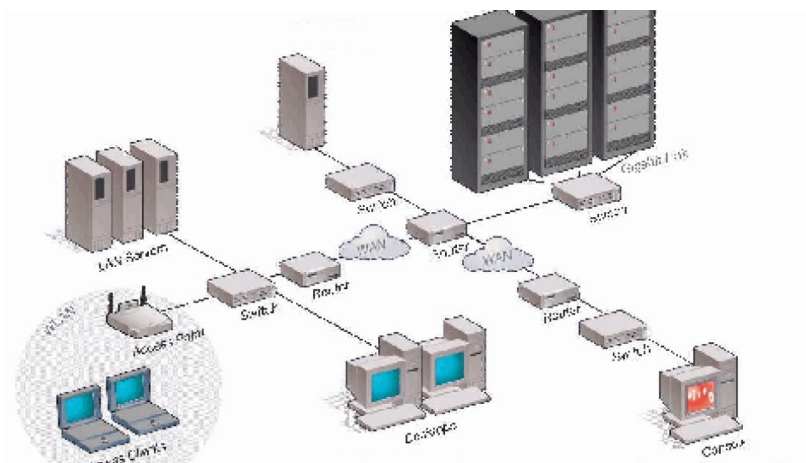
Las redes MAN permiten compartir información entre redes públicas o privadas dentro de la misma ciudad. “En esta red se conectan varias redes locales, necesitan una instalación propia y debe ser actualizada constantemente”. (SISTEMAS MASTER MAGAZINE, 2019), lo que se puede apreciar en la Figura 1.3 es un ejemplo de una red MAN.



**Figura 1.3** Red de Área Metropolitana MAN  
**Fuente:** (SISTEMAS MASTER MAGAZINE, 2019)

### 1.1.4 Red de Área Amplia (WAN)

Conocida por sus términos en Inglés como (Wide Area Network), “abarca una extensa área geográfica, por lo general un país o continente, ofrecen varios beneficios como mayor velocidad de transmisión de datos y gran ancho de banda” (Tanenbaum & David, 2012, pág. 20). La Figura 1.4 muestra un ejemplo de una red WAN y también se sabe que “utilizan ondas satelitales por lo que no es necesario una conexión física” (Reporte Digital, 2019).



**Figura 1.4** Estructura de una red WAN  
**Fuente:** (Culturacion, 2019)

Como se observa, la principal diferencia entre los distintos tipos de red es capacidad o área geográfica que abarca, en la Tabla 1.1 se puede distinguir esta diferencia.

**Tabla 1.1** Cobertura de las Diferentes Redes

Cobertura	Unidades	Ubicación	Red
1	metros	Metro cuadrado	Red PAN
10	metros	Cuarto	Red LAN
100	metros	Edificio	
1	kilómetros	Campus	
10	kilómetros	Ciudad	Red MAN
100	kilómetros	País	Red WAN
1.000	kilómetros	Continente	
10.000	kilómetros	Planeta	Internet

**Fuente:** (Tanenbaum & David, 2012, pág. 16)

## 1.2 Tipo de topologías

En el siguiente apartado se aborda los principales tipos de topologías existentes, a fin de analizar y seleccionar el que mejor se adapte para el presente proyecto.

### 1.2.1 Topología en bus

La característica principal de este tipo de topologías es que tiene un solo canal de comunicaciones que se lo conoce como bus, troncal o backbone, a este canal se conectan los equipos, lo que se puede ver claramente en la figura 1.5.

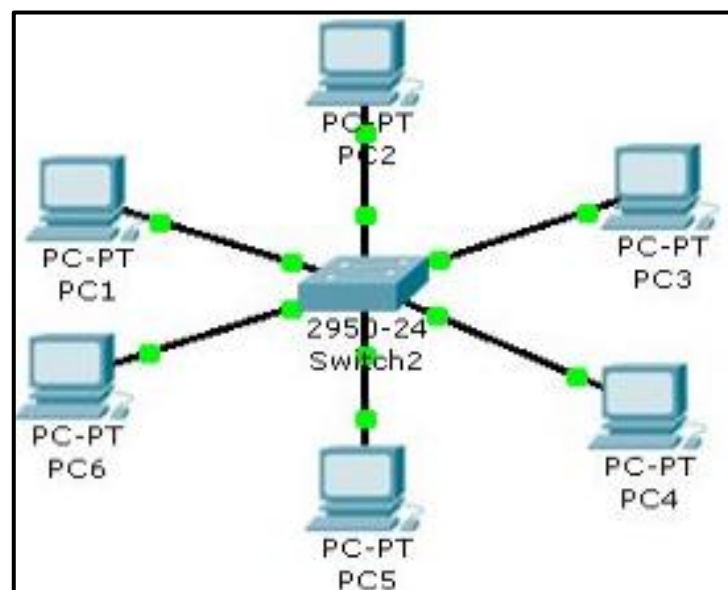


**Figura 1.5** Topología tipo bus  
**Fuente:** (Topologías de Red, 2019)

Es una de las formas más sencillas de implementar; sin embargo, una de las desventajas es que, si una conexión falla, toda la red se verá afectada.

### 1.2.2 Topología de tipo estrella

En esta clase de topología, los equipos se encuentran conectados directamente a un punto central, en este caso un Switch, por donde cruzan todas las comunicaciones, como lo demuestra la Figura 1.6.



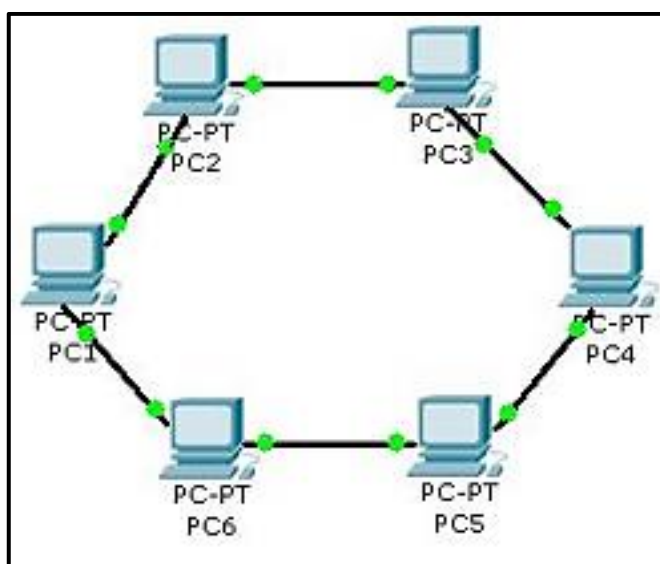
**Figura 1.6** Topología tipo estrella  
**Fuente:** (Fernández, 2012)



En la Figura 1.6 se observa que todos los equipos están conectados de forma directa a un switch, es un poco más costosa que la topología tipo bus, pero permite en un futuro agregar más equipos, su ventaja principal es que si falla una conexión no afecta las otras.

### 1.2.3 Topología en anillo

En este tipo de red “cada estación está conectada a la siguiente y la última está conectada a la primera. Cada estación tiene un receptor y un transmisor que hace la función de repetidor, y pasa la señal a la siguiente estación” (Casillas & Ricardo, 2009) como muestra la Figura 1.7. El repetidor es un dispositivo, capaz de recibir datos a través del enlace y transmitirlos, a través del otro enlace inmediatamente.

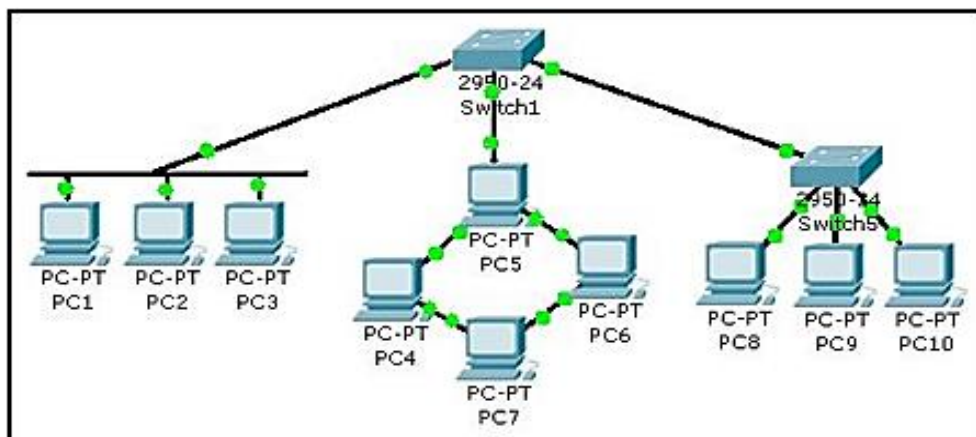


**Figura 1. 7** Topología tipo anillo  
Fuente: (Fernández, 2012)

Las desventajas de esta topología es que el tráfico circula en una sola dirección además sin un equipo falla, automáticamente toda la red queda inactiva.

### 1.2.4 Topologías híbridas

“Una Topología Híbrida se refiere a la red que combina las distintas topologías de red conocidas para formar una topología mayor” (Fernández, 2012), un ejemplo de esto se presenta en la Figura 1.8.



**Figura 1. 8** Topologías híbridas  
Fuente: (Fernández, 2012)

### 1.3 Modelos de referencia

Los modelos de Referencia OSI y el TCP/IP suelen ser los modelos que se usan con mayor frecuencia dentro del campo de estudio y desarrollo de las redes de información.

#### 1.3.1 Modelo OSI

Debido a que una red debe incluir equipos de una variedad de proveedores para evitar situaciones no claras, “la International Standard Organization (ISO) definió un modelo de red por niveles o capas; este se conoce como el modelo de referencia OSI (Open System Interconnection), o Interconexión de Sistemas Abiertos (ISA)”. (UTNFRC, 2016). OSI toma en cuenta siete capas que se pueden observar en la figura 1.9, y que se expone a continuación:

- **Aplicación.** - Facilita el acceso al modelo OSI por parte de los usuarios, es decir permite el acceso general a una red.
- **Presentación.** – Recibe los datos que se generan en la capa de aplicación y su propósito es transformarlos a un formato diferente capaz de ser entendido por todas las computadoras.

- **Sesión.** – Establece el control de la comunicación; es decir, controla la secuencia de datos entre las aplicaciones. Además, gestiona y cierra las sesiones utilizadas en el proceso de comunicación por medio de las aplicaciones participantes.
- **Transporte.** – Se encarga del flujo de los datos entre los nodos de comunicación, controla y asegura que el destino de los paquetes sea el correcto; que estos lleguen completos y en la misma secuencia que se envió.
- **Red.** – Se responsabiliza de direccionar y entregar los paquetes en su destino, en esta capa las direcciones lógicas (Direcciones IP's) se convierten en direcciones físicas.
- **Enlace de datos.** – Responsable de transferir los datos de una forma segura mediante enlace físico; envía bloques de datos conocidos como tramas a las computadoras de una red identificadas con su dirección física.
- **Física.** – En esta capa se transforma en una secuencia de bit; las tramas provenientes de la capa anterior (enlace de datos), una vez realizado esto, estas tramas pueden transmitirse por medios físicos relacionados con características mecánicas y eléctricas.



Figura 1.9 Las capas del modelo OSI  
Fuente: (UNICEN, 2016)

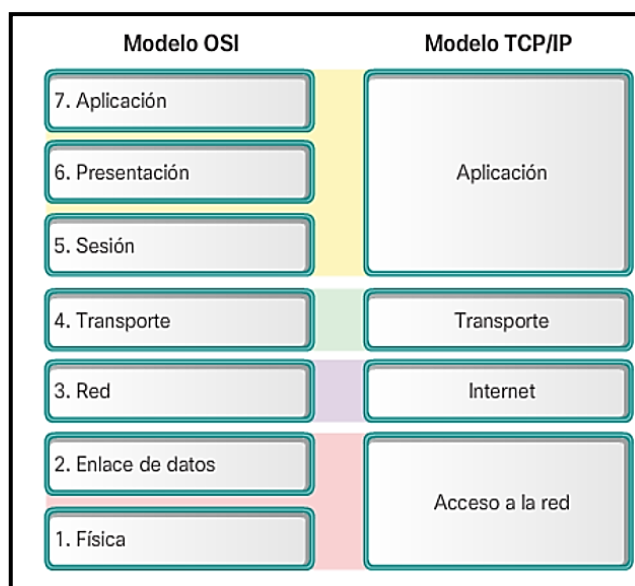
### 1.3.2 Modelo TCP / IP

Otro modelo o estar muy utilizado en el mundo de las telecomunicaciones, es el TCP/IP, que según Stallings (2001) es “el resultado de la investigación y desarrollo llevados a cabo en la red experimental de conmutación de paquetes ARPANET, financiada por la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada para la Defensa (DARPA)”. Este modelo posee cuatro capas.

- **Capa de acceso a la red.** – Se encarga de intercambiar una serie de datos entre la red y el sistema final.
- **Capa de Internet.** – Los datos que trasfieran las distintas redes de conexión, se maneja el protocolo de internet (IP, Internet Protocol), para ofrecer el direccionamiento en la red.
- **Capa origen de transporte.** – Transfiere los datos de forma segura entre los nodos participantes, en esta capa se utiliza el protocolo TCP (Transmisión Control Protocol).
- **Capa de aplicación.** – Permite que las diferentes aplicaciones de usuario en diferentes computadoras se puedan comunicar.

### 1.3.3 Características comparativas entre los modelos OSI y TCP/IP

A pesar de que tanto el modelo OSI como el TCO/IP fueron creados con el mismo propósito, el modelo OSI con ha sido utilizado como referente teórico, porque aborda las capas de forma general, mientras que el modelo TCP/IP, está más adaptado a la realidad; es así que “el modelo OSI se utiliza por [...] en muchos textos de telecomunicaciones. Los diseñadores del conjunto de protocolos TCP/IP ponen en objeción que el modelo OSI es más prescriptivo que descriptivo” (Stallings, 2001, pág. 51); la Figura 1.10 muestra una descripción de las características que poseen los modelos OSI y el TCP/IP.



**Figura 1. 10** Comparación entre el modelo OSI y el TCP/IP

**Fuente:** (Torres, 2017)

## 1.4 Medios de transmisión

Los medios de transmisión están encargados de transportar la información (datos) de acuerdo con la capa física del modelo OSI, es el canal de comunicación entre el transmisor y el receptor. Estos se dividen en dos grupos; los guiados y no guiados. En los dos casos, la comunicación se realiza a través de ondas electromagnéticas.

### 1.4.1 Medios guiados

#### – Cable de par trenzado

Se compone de uno o más pares de hilos de cobre que se hallan a manera de trenza que se utiliza en la mayoría de las redes Ethernet. A partir de esto, CISCO (2015) indica que en este tipo de cable generalmente se encuentra trenzado con el propósito de brindar “protección contra crosstalk, que es el ruido generado por pares de hilos adyacentes en el cable. Los pares de hilos de cobre están envueltos en un aislamiento de plástico con codificación de color y trenzados entre sí”.

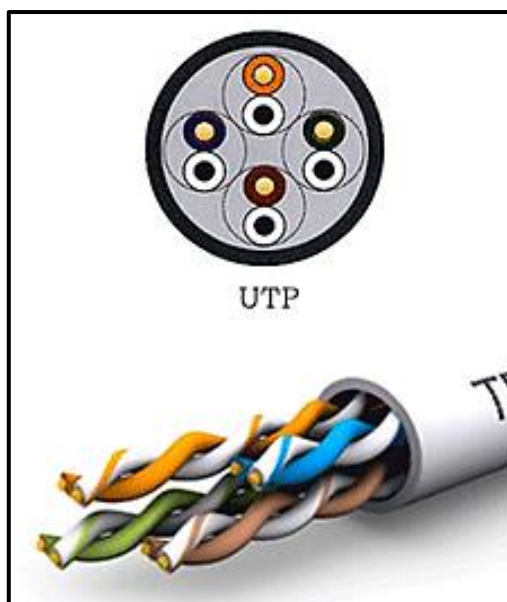
Según Linares (2017) la economía y facilidad de instalación son algunos de los motivos por los cuales se utilizan medios de cobre; otra de las propiedades que se mencionan es la

baja resistencia de este material a la corriente eléctrica. Sin embargo, se señala que, “(...) los medios de cobre se ven limitados por la distancia y la interferencia de señales”.

Los cables de par trenzado pueden ser UTP, STP y FTP.

– **Cable UTP (Unshielded Twisted Pair)**

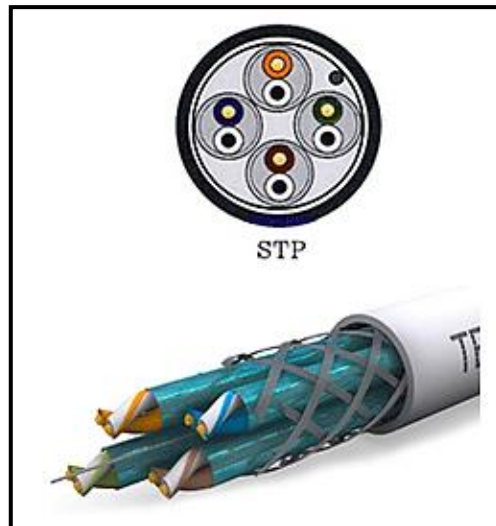
De acuerdo con Gumiel (2017), “es el cable de pares trenzados más utilizado, no posee ningún tipo de protección adicional a la recubierta de PVC y tiene una impedancia de 100 Ohm. El conector más utilizado en este tipo de cable es el RJ45”. La Figura 1.11 muestra este tipo de cable.



**Figura 1. 11** Cable UTP  
**Fuente:** (Gumiel, 2017)

– **Cable STP (Shielded Twisted Pair)**

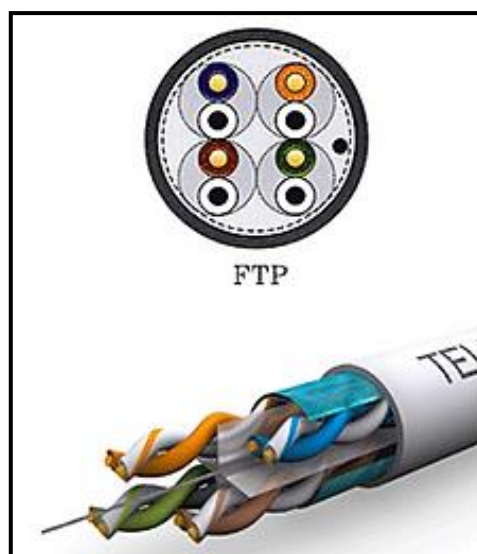
En la Figura 1.12 se muestra este tipo de cable, según Gumiel (2017) “el nivel de protección del STP ante perturbaciones externas es mayor al ofrecido por UTP. Sin embargo, es más costoso y requiere más instalación”, para este tipo de cable se puede utilizar conectores RJ49.



**Figura 1. 12** Cable STP  
**Fuente:** (Gumiel, 2017)

– **Cable FTP (Foiled Twisted Pair)**

Según Gumiel (2017), “en este tipo de cable, sus pares no están apantallados, pero sí dispone de una apantalla global para mejorar su nivel de protección ante interferencias externas. Su impedancia típica es de 120 Ohm y sus propiedades de transmisión son más parecidas a las del UTP”; por lo que, los conectores RJ45 pueden ajustarse a las conexiones con este tipo de cable. La Figura 1.13. muestra un diagrama del cable FTP.



**Figura 1. 13.** Cable FTP  
**Fuente:** (Gumiel, 2017)

### – Conectores para el cable de par trenzado

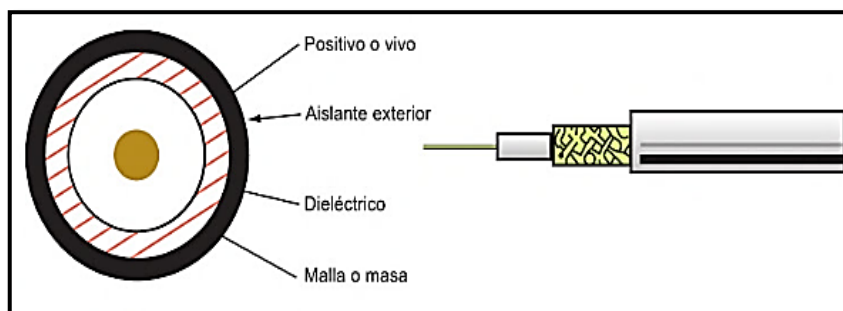
“Los conectores y jacks de uso común para cable UTPC5 son los RJ-45. El conector es una pieza de plástico transparente donde se inserta el cable. El Jack es también de plástico, pero en este se inserta el conector. Las siglas RJ significan Registro de Jack y el 45 especifica el esquema de numeración de pines” (Castellón, 2017). La figura 1.14 muestra el conector RJ45.



**Figura 1. 14** Conector RJ45  
**Fuente:** (Netexpertos, 2019)

### – Cable coaxial

Es el más usado en la distribución de señales de televisión, aunque también es posible transmitir datos por este medio; de acuerdo con Cabezas & Sánchez (2011) “este tipo de conductor está constituido por dos conductores concéntricos. El conductor interior se denomina vivo y el conductor exterior, que sirve de blindaje, se conoce como malla. Ambos materiales están separados mediante un aislante que se denomina dieléctrico”, en la Figura 1.15 es posible apreciar una representación gráfica del cable coaxial

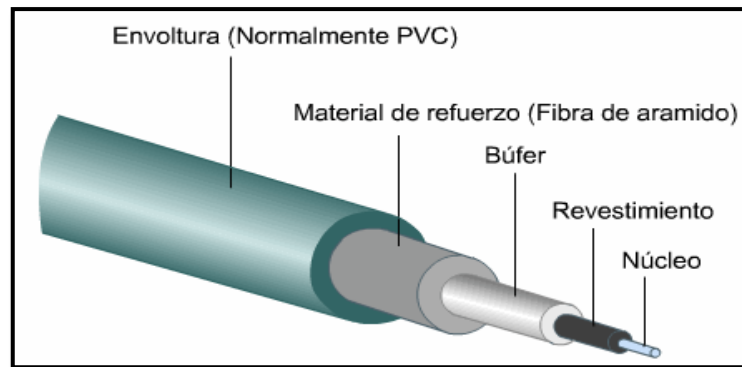


**Figura 1. 15** Esquema de cable coaxial  
**Fuente:** (Cabezas & Sánchez, 2011)



## – Fibra Óptica

Actualmente es muy empleado en las redes de comunicación, (Vargas, 2014) lo define como “un medio de transmisión que utiliza un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir” (pág. 8), su preferencia se debe a que posee un gran ancho de banda. En la Figura 1.16 se describen las partes principales de la fibra óptica.



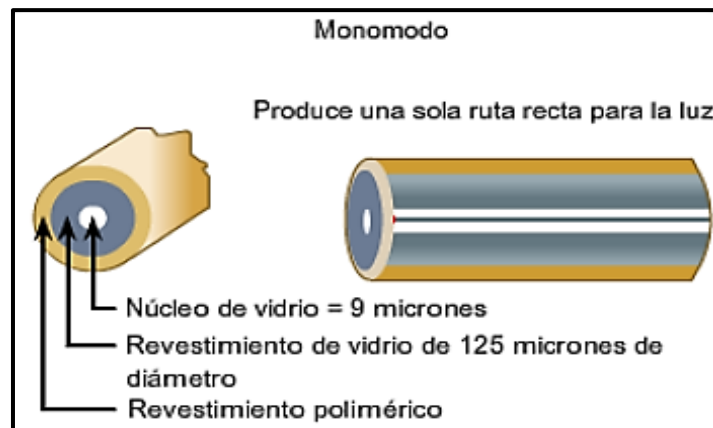
**Figura 1.16** Partes principales de fibra óptica  
**Fuente:** (Chen, 2015)

Existen dos tipos de cable de fibra óptica, el cable de fibra multimodo (MMF) y el cable de fibra monomodo (SMF) y

## – Fibra Monomodo

De acuerdo con Vargas (2014)

“La fibra óptica monomodo es la que ofrece la mayor capacidad de transporte de información. Tiene una banda de paso del orden de los 100 GHz/km. Los mayores flujos se consiguen con esta fibra, pero también es la más compleja de implantar. Son fibras que tienen el diámetro del núcleo en el mismo orden de magnitud que la longitud de onda de las señales ópticas que transmiten, es decir, de entre 5 a 8 mm.” (pág. 16) como se muestra la Figura 1.17.

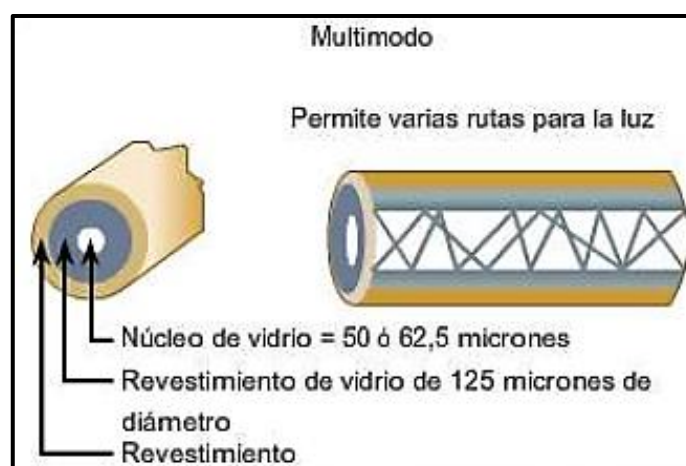


**Figura 1. 17** Fibra monomodo  
Fuente: (Vargas, 2014)

### – Fibra Multimodo

Según Vargas (2014) afirma que la fibra óptica multimodo es:

“aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez, puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 1 km; es simple de diseñar y económico. Su distancia máxima es de 2 km y usan diodos láser de baja intensidad” (pág. 18). En la figura 1.18 se puede apreciar la estructura de la fibra multimodo.



**Figura 1. 18** Fibra multimodo  
Fuente: (Vargas, 2014)

### 1.4.2 Medios no guiados

### 1.4.3 Señal inalámbrica y la norma IEEE 802.11

La utilización de señales inalámbricas resulta de fácil manipulación mediante el uso de las ondas electromagnéticas y su viaje a través del medio como el aire. “El espectro de radio resulta en el área del espectro electromagnético que se usa para la transmisión de datos, voz y video” (Tanenbaum A. S., 2003).

El estándar IEEE 802.11 es el que determina el uso de las dos capas inferiores de la arquitectura OSI; física y enlace de datos. Además, especifica las normas de funcionamiento de cada capa en una red WLAN. El estándar 802.11 define muchas velocidades de transmisión, pero no dice cuando un emisor debe utilizar cierta velocidad, lo cual es un factor clave para un buen desempeño. Esto queda a criterio del fabricante del producto (Meden, 2015, pág. 8).

La principal desventaja de la señal inalámbrica es la distancia, puesto que provoca una velocidad inferior cuando existe mayor distancia entre el dispositivo de transmisión y el de recepción.

### 1.4.4 Elementos de red

#### - Switch

De acuerdo con los autores Beas & José (2019) un switch tiene la función de:

“Interconectar varios segmentos de red. Al contrario del hub, el switch opera en la capa 2 del modelo OSI y tiene la capacidad de interpretar la dirección de destino de los paquetes (dirección MAC) de información que llega a él y remitirlos al segmento que les corresponde”. La figura 1.19 representa un ejemplo de un switch de marca TP-LINK.



**Figura 1. 19** Switch  
**Fuente:** (Beas & José, 2019)

## - **Switch Capa 2**

De forma común a un switch se considera como un dispositivo de capa 2, lo que significa que puede mirar las direcciones de la capa MAC (Control de Acceso al Medio) y construir una tabla que relaciona una estación origen con la interfaz del switch correspondiente (Behrouz, 2002).

## - **Switch Capa 3**

Un switch de capa 3 es aquel que posee las funciones tanto de capa 2 como de capa 3, de acuerdo a las necesidades, es decir que dispone tanto de la tabla de direcciones MAC como de la tabla de direcciones IP (Internet Protocol) para realizar enrutamiento (Behrouz, 2002).

## - **Puertos Gigaethernet**

Se tratan de las ranuras que se encuentran en los equipos como switches y routers que soportan velocidades de datos de hasta 1 Gbps, también pueden funcionar con velocidades menores de acuerdo a los requerimientos y configuraciones de los dispositivos (Academia de Networking de Cisco Systems, 2014).

## - **Router**

Según Beas & José (2019), el router o enrutador tiene como función: “Interconectar diferentes redes (LAN, MAN o WAN). Trabaja en el nivel 3 del modelo OSI, a diferencia del switch, que conecta diferentes segmentos de una misma red, este une redes diferentes”. Se entiende por enrutamiento al proceso de búsqueda del mejor camino para llegar con un mensaje o paquete desde un terminal de origen a un terminal destino. En la figura 1.20 se muestra la imagen del router.

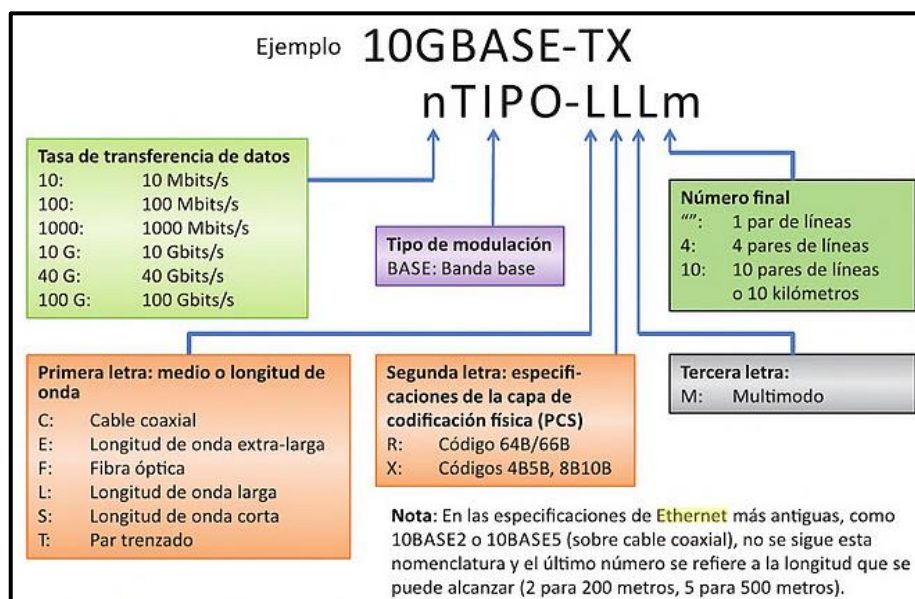


**Figura 1. 20 Router**  
**Fuente: (Beas & José, 2019)**

### 1.4.5 Ethernet

La gran parte del tráfico en Internet inicia y finaliza con una conexión Ethernet, tecnología que posee alta velocidad de transmisión y facilidad de adaptación con otros medios de transmisión, como la denominada fibra óptica. “Ethernet es una familia de tecnologías para la implantación de redes locales. Se introdujo comercialmente en 1980 y en la actualidad, ha reemplazado a otras tecnologías de redes como Token Ring [...] Ethernet fue estandarizada en 1985, cuando se publicó el estándar 802.3” (Moro, 2013, pág. 22)

El estándar IEEE 802.3 de Ethernet está diseñado para que la red pueda implementarse sobre diversos medios físicos con distintas velocidades de transmisión. La Figura 1.21 muestra la nomenclatura o notación estándar.



**Figura 1. 21 Notación para identificar los medios de transmisión empleados en Ethernet**  
**Fuente: (Moro, 2013, pág. 23)**

## – Ethernet clásica

De acuerdo con la Academia de Networking de Cisco Systems (2014), se trata de:

“Las implementaciones a velocidades de 10 Mbps, entre las versiones que se pueden mencionar son 10Base5, 10Base2 y 10BaseT que se consideran heredadas. Ethernet original (10Base5) transmitía a través de cable coaxial grueso y forma parte de la norma 802.3. El significado de la abreviación (10Base2, por ejemplo) indica: la cantidad de Mbps que se transmite, la palabra “Base”, que indica que la señal se transmite en banda base y el número 2 que hace referencia a la longitud del segmento de cable (185 m se redondea a 200), una letra puede hacer referencia a cable de fibra óptica (F) o cable de par trenzado (T)”

La Tabla 1.2 muestra las características principales que posee cada versión.

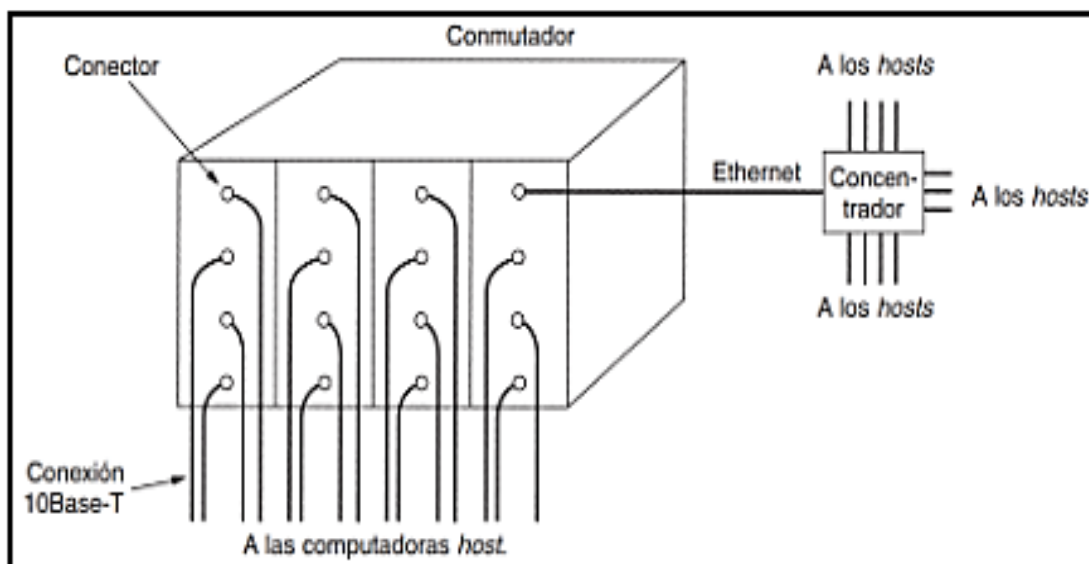
**Tabla 1.2** Versiones de Ethernet clásica y sus características

Nombre	Medio	Longitud segmento [m]	Transmisión
10Base5	Cable coaxial	185	Half-dúplex
10Base2	Cable coaxial	500	Half-dúplex
10BaseT	Par trenzado	100	Full-dúplex

Fuente: (Alonso, 2007)

## - Ethernet conmutada

La tecnología Ethernet conmutada es una solución en redes para evitar la saturación de tráfico de datos en una Ethernet común, a través del uso de un switch (conmutador) que posee una matriz de alta velocidad y un conjunto de tarjetas, cada una con un soporte de hasta 8 conectores para cables de par trenzado (Tanenbaum A. S., 2003), lo que se puede observar ilustrativamente en la Figura 1.22.



**Figura 1.22** Ethernet conmutado  
Fuente: (Academia de Networking de Cisco Systems, 2014)

## - Fast Ethernet

Este conjunto de tecnologías abarca a aquellas que alcanzan velocidades de transmisión de 100 Mbps y soportan los esquemas de cableado existentes hasta antes de su implementación. Las versiones con mayor popularidad son 100BaseTX (UTP) y 100BaseFx (fibra óptica) (Alonso, 2007).

### **100BaseTX**

Esta versión soporta transmisión full-dúplex a 100 Mbps con el uso de dos pares trenzados de cobre (uno para transmitir y otro para recibir) y posee un alcance de hasta 100 m de longitud en cable UTP de categoría 5 (Alonso, 2007).

### **100BaseFX**

Esta versión soporta transmisión full-dúplex a 100 Mbps con el uso de dos cables de fibra óptica (uno para transmitir y otro para recibir) y “posee un alcance de hasta 2.000 m de longitud por segmento con el cable de fibra óptica multimodo 62,5/125” (Alonso, 2007).

## - **Gigabit Ethernet**

Esta tecnología es 10 veces superior a Fast Ethernet en términos de la velocidad, con una tasa de transmisión de 1 Gbps dúplex sobre cable de fibra óptica o cable UTP de categoría 5 (Academia de Networking de Cisco Systems, 2014). Se pueden mencionar las siguientes versiones:

### **1000BaseT**

Esta versión es capaz de funcionar sobre cable de cobre de categoría 5 (250 Mbps por cada par) y operar en conjunto con las versiones 10BaseT y 100BaseTX, ya en la implementación se deben realizar las respectivas pruebas para garantizar que el cableado anteriormente instalado, de ser el caso, cumpla con los parámetros que se requieren. (Alonso, 2007)

### **1000BaseSX y 1000BaseLX**

Esta versión opera con fuentes laser de longitud de onda corta (850 nm) sobre cable de fibra óptica multimodo para 1000BaseSX o con fuentes laser de longitud de onda larga (1310 nm) sobre cables de fibra óptica monomodo en 1000BaseLX o ya en la implementación se deben realizar las respectivas pruebas a fin de garantizar que el cableado anteriormente instalado, de ser el caso, cumpla con los parámetros que se requieren. (Alonso, 2007)

## **10 Gigabit Ethernet**

Este avance tecnológico se crea debido al incremento de tráfico de datos, así se logra alcanzar una velocidad de 10 Gbps y se amplía el ancho de banda juntamente con la distancia, a través de la adopción del estándar IEEE 802.3ae. Este desarrollo permite mantener el formato de la trama que solía manejarse en anteriores implementaciones, para la provisión de interoperabilidad entre las tecnologías existentes lo que conlleva una optimización tanto en costos como en administración de redes (Academia de Networking de Cisco Systems, 2014). La tabla 1.3 muestra diferentes versiones de esta tecnología.



**Tabla 1.3** Versiones de 10 Gigabit Ethernet y sus características

Nombre	Característica principal	Tipo de fibra óptica
10GbaseSR	Distancias cortas (entre 26 y 28 m)	Multimodo
10GbaseLX4	Alcance de hasta 10 km	Monomodo
10GbaseLR y 10GbaseER	10 a 40 km	Monomodo

**Fuente:** (Academia de Networking de Cisco Systems, 2014)

## 1.5 Cableado estructurado

Existen muchas definiciones de cableado estructurado realizada por diferentes autores, la cual se puede resumir como una metodología, basada en normas internacionales, para el adecuado diseño de una red de comunicaciones, que facilita la transmisión efectiva de voz, datos y video. Esta metodología permite una fácil comprensión por parte de los técnicos e ingenieros en redes.

De acuerdo con Andreu (2011), “los objetivos del cableado estructurado son la seguridad, la flexibilidad modular, la fácil administración y mantenimiento, así como la reducción del coste de mantenimiento y crecimiento”. Un proyecto de cableado estructurado debe cumplir normas y estándares internacionales, en este proyecto con la normativa TIA/EIA-568-B implementada, que indica, a decir de Andreu (2011) que los componentes que conforman un cableado estructurado son:

- Instalaciones de entrada
- Cuarto de equipo
- Cableado vertical o dorsal (backbone)
- Armario de telecomunicaciones
- Cableado horizontal
- Área de trabajo

### 1.5.1 Categoría de cables

Conforme la norma ANSI/TIA/EIA 568-B-2, las diferentes categorías de cables son las siguientes:

- **Categoría 3:** Es un cable de par trenzado, que fue utilizado para la creación de redes 100BASE-T, en aplicaciones con un ancho de banda de hasta 16 MHz y una velocidad de transmisión que no supera los 10 Mbps.
- **Categoría 4:** Es un par trenzado sin blindaje, para aplicaciones con un ancho de banda que no supera los 20 MHz, su velocidad de transmisión es de hasta 16 Mbps.
- **Categoría 5:** Cable que permite la transmisión de hasta 100 MHz de ancho de banda, con velocidades de hasta 1000 Mbps, fueron muy utilizados para las redes LAN.
- **Categoría 5e:** Llegaron a reemplazar a la categoría anterior, utilizada para aplicaciones con un ancho de banda de hasta 100MHz. Son más adecuados para operaciones Gigabit Ethernet.
- **Categoría 6:** Es un cable de par trenzado sin blindaje, capaz de soportar aplicaciones de hasta 250 MHz de ancho de banda. Su velocidad de transmisión puede ser de hasta 1 Gbps y se construye con alambres de cobre
- **Categoría 6a:** Está categoría se encuentra en proceso de estandarización (durante el período de desarrollo del presente proyecto). “Estará definida en la recomendación TIA 568-B.2-10, pensada para ambientes de hasta 10 Gbps, sobre cables UTP, soporta aplicaciones de hasta 500 MHz de ancho de banda” (Joskowicz, 2009).

## 1.6 Organismos

Los diversos problemas que han surgido en cuanto a la dificultad de seleccionar materiales y equipos para diseñar e implementar una red de datos, por la gran variedad de equipos existentes en el medio y las consideraciones que se debe tomar en cuenta para posteriores modificaciones, incluye criterios de escalabilidad, disponibilidad y velocidades de transmisión, dieron como resultado que dos organismos importantes, relacionados a la electrónica y telecomunicaciones de Estados Unidos, en forma conjunta normalicen la ejecución del cableado estructurado.

- **TIA:** “Telecommunications Industry Association, fundada en el año 1985 tras el rompimiento del monopolio de AT&T, desarrolla normas de cableado industrial voluntario para muchos productos de las telecomunicaciones y tiene más de 70 normas preestablecidas”. (FIUBA, 2017)
- **ISO:** “International Standards Organization, organización no gubernamental creada en 1947 a nivel Mundial, de cuerpos de normas nacionales, con más de 140 países”. (FIUBA, 2017)
- **IEEE:** “Instituto de Ingenieros Eléctricos y de Electrónica, principalmente responsable por las especificaciones de redes de área local como 802.3 Ethernet, 802.5 TokenRing, ATM y las normas de GigabitEthernet”. (FIUBA, 2017)
- **ANSI:** “Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, es una organización sin fines de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos” (ANSI, 2019)

## 1.7 Normas

- La Norma ANSI/TIA/EIA-568-B, “es el estándar de cableado, el cual especifica los requisitos de componentes y de transmisión según los medios” (DGTIC, 2017). De acuerdo a la DGTIC (2017), se subdivide de la siguiente forma:
- **TIA/EIA-568-B.1.-** “Especifica un sistema de cableado de telecomunicaciones genérico para edificios comerciales que soporta un entorno de varios productos y proveedores” (DGTIC, 2017).
- **TIA/EIA-568-B.1.1.-** “Es una enmienda que se aplica al radio de curvatura de los cables de conexión (UTP, unshielded twisted-pair) de 4 pares y par trenzado apantallado (ScTP, screened twisted-pair) de 4 pares”. (DGTIC, 2017)
- **TIA/EIA-568-B.2.-** “Especifica los componentes de cableado, de transmisión, los modelos de sistemas y los procedimientos de medición necesarios para la verificación del cableado de par trenzado”. (DGTIC, 2017)

- **TIA/EIA-568-B.3.**- “Especifica los componentes y requisitos de transmisión para un sistema de cableado de fibra óptica”. (DGTIC, 2017)

## 1.8 Módulos SFP

Los puertos para módulos SFP (*Small Form-factor Pluggable*) son ranuras que permiten la adaptación de transceptores en los switches para conexión con diversos cables de fibra óptica, brinda apoyo a la interconexión de fibra óptica con cable de cobre a través de conmutadores y routers, como se aprecia en la Figura 1.23 (Tanenbaum & David, 2012).

En la tabla 1.4 se describe dos tipos de módulos SFP

**Tabla 1.4** Tipos de módulos SFP

Tipos de SFP	Tipos de Transceptor	Conector	Especificación	Distancia	Velocidad
Módulo SFP	SX, MX, LA, EX,ZX,EZX,BX	LC Dúplex	100m - 160km MMF o SMF	100m	100Mbps / 1000Mbps
	CWDM / DWDM SFP	LC Dúplex	10km - 120km SMF	10km	
Módulo de Cobre SFP	1000 BASE-T	RJ45	Cable 100m de Cobre RJ45 Cat5	500m	1000Mbps
	10/100 BASE -T	RJ45	Cable 100m de Cobre RJ45 Cat5	2km	100Mbps
	10/100/1000 BASE-T	RJ45	Cable 100m de Cobre RJ45 Cat5	2km	1000Mbps

**Fuente:** (ADSL ZONE, 2018)

Un transceiver de factor pequeño conectable (SFP) es un transceptor compacto, intercambiables en caliente, entrada / salida utilizado en la comunicación de datos y redes de telecomunicaciones, realizan las conversiones entre las señales ópticas y eléctricas (Noticias Cisco, 2017). La Figura 1.24 muestra la imagen de un transceiver.



**Figura 1. 23** Transceiver  
**Fuente: (FINISAR, 2019)**

### 1.9 Rack o gabinete para el equipamiento

Los Switchs o equipos de telecomunicaciones deben estar ubicados de forma adecuada, en un lugar seguro, con suficiente ventilación, y tomas de energía necesarias, un rack está definido como “marcos metálicos montados en el piso que soportan la instalación de los paneles de conexión y el equipamiento activo como los interruptores, los routers o los servidores”. (DGTIC, 2017). La Figura 1.25 muestra un rack abierto para red.



**Figura 1. 24** Rack abierto para red  
**Fuente: (Noticias Cisco, 2017)**

### 1.10 Patch panel

Una vez instalado un rack, será necesario montar un Patch Panel que servirá para interconectar la red con el Switch, es definido como “concentrador pasivo de conexiones de red, conformado por una regleta metálica especialmente diseñada para ser colocada en Racks” (Informática moderna, 2017). La Figura 1.26 muestra un patch panel.



**Figura 1. 25** Patch panel  
**Fuente:** (Informática moderna, 2017)

### 1.11 Patch Cord de fibra LC UPC SC UPC

Es un cable de conexión de fibra óptica con conectores en ambos extremos que permite una transmisión de luz conveniente y rápida, cumple con normas TIA/EIA-568 y está disponible en varias dimensiones, la Figura 1.27 muestra un ejemplo de un Patch Cord de Fibra.



**Figura 1. 26** Patch Cord de Fibra  
**Fuente:** (OPTYTECH, 2019)

## 1.12 Certificación de la red

La certificación de la red permite comprobar que el desarrollo e instalación se han efectuado de manera correcta y cumplen con los estándares y parámetros técnicos necesarios que establece la normativa internacional, es decir que cumplan con las garantías de calidad, velocidad y seguridad.

De acuerdo con los autores Sanchez, Zaballos, & Salas (2012, pág. 128), la certificación se debe llevar a cabo con las herramientas adecuadas. “Estas han de cumplir con los estándares, demostrarán con acreditaciones independientes el correcto funcionamiento y serán capaces de mostrar gráficos precisos”.

### 1.12.1 Características de una herramienta certificadora

Para que una herramienta sea adecuada para realizar un proceso de certificación debe cumplir con ciertos parámetros, según (Sanchez, Zaballos, & Salas, 2012, pág. 129), son los siguientes.

- Debe comprobar una serie de parámetros y cotejarlos con la normativa adecuada.
- Debe ser homologado por la mayoría de los fabricantes de cableado que son los que otorgan las garantías.
- Debe cumplir con el nivel de cableado para certificar. Por ejemplo, el nivel III (Categoría 6) o IIIe (categoría 6a).
- Deben estar aprobados por un organismo independiente y disponer de las gráficas de acreditación, para que el instalador y el usuario final puedan consultar su nivel de precisión real.
- Debe localizar la distancia en la que se encuentra el fallo.
- Debe medir el enlace permanente y el canal.
- El software de certificación debe permitir almacenar los resultados, analizarlos y enviarlos en formato no modificable.

La figura 1.28 muestra un equipo de certificación Fluke networks modelo DSX-5000 INTL



**Figura 1. 27** Equipo de certificación Fluke networks DSX-5000 INTL

**Fuente:** (KAPS, 2019)

### 1.12.2 Parámetros de certificación de una red

A continuación, se detalla los tres parámetros que mide un certificador, los cuales permiten cumplir los requerimientos de la norma internacional.

- **Tiempo de propagación y diferencia de retardo**

De acuerdo con Sanchez, Zaballos, & Salas (2012, pág. 132) “el tiempo de propagación es el tiempo que tarda la señal en viajar de un extremo a otro” y la diferencia de retardo es “la diferencia que existe en el tiempo de llegada de la señal entre los distintos pares. Se toma como referencia el par más corto”, un ejemplo de aquello se indica en la Figura 1.29.



Tiempo prop.		PASA
	Tiempo prop.	Límite
✓ 1	452 ns	498 ns
✓ 2		
✓ 3	476 ns	498 ns
✓ 6		
✓ 4	481 ns	498 ns
✓ 5		
✓ 7	458 ns	498 ns
✓ 8		

**Figura 1. 28** Medida del tiempo de propagación  
**Fuente:** (Sanchez, Zaballos, & Salas, 2012, pág. 133)

#### – Distancia

Se refiere a la distancia que se mide de un extremo a otro de un cable, según (Sanchez, Zaballos, & Salas, 2012, pág. 133) “como cada par está trenzado de forma diferente a una distancia teórica de 90 m (enlace permanente) o de 100 m (canal), le corresponde distancias reales diferentes”; un ejemplo de aquello se muestra en la Figura 1.30.

Longitud		PASA
	Longitud	Límite
✓ 1	98.0 m	100.0 m
✓ 2		
✓ 3	102.5 m	100.0 m
✓ 6		
✓ 4	103.3 m	100.0 m
✓ 5		
✓ 7	99.0 m	100.0 m
✓ 8		

**Figura 1. 29** Medición de distancia  
**Fuente:** (Sanchez, Zaballos, & Salas, 2012, pág. 133)

– **Atenuación (Pérdida de inserción)**

De acuerdo con Sanchez, Zaballos, & Salas (2012), la atenuación “comprueba que la señal alcanza el extremo remoto con suficiente fuerza como para ser decodificada por la electrónica de red, esta depende de la frecuencia y la distancia”.

La atenuación es un descenso en el nivel de señal, creado por imperfecciones en el cable. Se mide en dB por cada 100 m. (dB/m). El mínimo valor de dB/m significa mejor cable.

Por lo tanto, las conexiones en mal estado, la pérdida de retorno, la distancia y la atenuación, pueden afectar el rendimiento de una red de telecomunicaciones.

– **Mapa de cableado**

“Determina la continuidad cable a cable de un extremo a otro, detecta fallas en el ponchado, roturas de cable, corto entre hilos” (Misc Ingenieria, 2019, párr. 2).

– **NEXT (Near End Crosstalk)**

“Es la interferencia ocasionada entre pares procedentes de señales digitales transmitidas a través de pares de cables adyacentes” (TelyPc.com, 2019).

– **ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio)**

“Es la relación entre la señal recibida y el ruido presente en cada par” (Misc Ingenieria, 2019).

– **PSNEXT**

Paradiafonía de suma de potencia. “Mide el efecto acumulativo de la NEXT en todos los pares” (utez.edu.mx, 2019).

– **ELFEXT**

Representa la relación entre FEXT y la atenuación. Es un parámetro importante cuando existen enlaces que transmiten señales en el mismo sentido. por el hecho de ser un parámetro relativo, es independiente de la longitud del enlace. El valor de este parámetro se define mediante la relación entre la potencia inyectada en el par con señal útil en el extremo de recepción, y la potencia inducida en el par con señal interferente, que se refleja en el extremo de transmisión, medida también en el extremo receptor.

– **PSELFEXT**

Este parámetro es un cálculo, no una medida, que se deriva a partir de la suma de los parámetros ELFEX sobre cada par de cables por el resto. Su expresión se deriva directamente de las medidas de ELFEXT.

– **PSACR**

Al igual que ACR, el PSACR está determinado directamente por el torcido de los pares. Un nivel alto de PSCAR es una de las premisas fundamentales para tener una transmisión de datos de buena calidad. Far End Crosstalk (FEXT).

### **1.13 Instalaciones de entrada**

Hace referencia a los cables, elementos de protección, equipos de conexión y todo el equipo necesario para conectar los elementos exteriores.

### **1.14 Cuarto o armario de telecomunicaciones**

Un armario de telecomunicaciones es un espacio físico designado exclusivamente para el equipo asociado con el sistema de cableado de telecomunicaciones; por tanto, puede hospedar al equipo de telecomunicaciones, cableado de interconexión y terminaciones de cable el espacio no puede ser compartido con otras instalaciones; por ejemplo: instalaciones

eléctricas, a menos que sean de telecomunicaciones. En la tabla 1.5 se describe las medidas recomendadas para un cuarto de telecomunicaciones.

**Tabla 1.5** Tabla tamaño recomendado para el Cuarto de Telecomunicaciones

Área de servicio		Tamaño del armario para cableado	
(m) <sup>2</sup>	(ft) <sup>2</sup>	(m) <sup>2</sup>	(ft) <sup>2</sup>
1000	10000	3.0 x 3.4	10 x 11
800	8000	3.0 x 2.8	10 x 9
500	5000	3.0 x 2.2	10 x 7

**Fuente:** (Gobierno del Estado de Tabasco, 2017)

El cuarto de telecomunicaciones debe estar diseñado bajo la consideración de voz y datos, así como la afiliación de otros sistemas que el laboratorio tiene implementados; como alarmas, audio, cámaras de seguridad y otros sistemas de información.

### 1.15 Cableado vertical

También conocido como cableado dorsal o backbone, se encarga de la interconexión entre el Cuarto de Equipo y cada uno de los armarios de telecomunicaciones.

### 1.16 Cableado horizontal

Se usa el término horizontal, puesto que el cableado de este sistema se distribuye en sentido horizontal entre los pisos y techos; es decir, el sistema de cableado que se dispone desde el cuarto de telecomunicaciones a la toma de usuario.

Se debe considerar que “no debe estar en proximidad con el cableado eléctrico que genera altos niveles de interferencia electromagnética (motores, elevadores, transformadores, etc.) y cuyas limitaciones se encuentran en el estándar ANSI/EIA/TIA 569” (Gobierno del Estado de Tabasco, 2017).

La normativa establece las siguientes recomendaciones, en relación con la topología del cableado que se distribuye de manera horizontal:

- El cableado horizontal debe estructurarse en base a la topología estrella, lo que se obtiene al interconectar varios dispositivos a través de un equipo central que es el switch capa 2.
- “Cada toma/conector de telecomunicaciones del área de trabajo se conecta a una interconexión en el armario de telecomunicaciones sin permitir empalmes de ningún tipo en el cableado horizontal” (Valarezo, 2015).
- Los componentes eléctricos “no se instalarán como parte del cableado horizontal, cuando se necesiten, estos componentes se deben poner fuera de la toma/conector de telecomunicaciones” (Valarezo, 2015).

### **1.17 Área de trabajo**

El área de trabajo comprende una extensión que va desde la toma/conector de la red LAN hasta el equipo de la estación. Estos equipos pueden ser cámaras IP, terminales de datos y computadoras.

“Los estándares establecidos por la TIA/EIA 568-B.1 estipulan que cada área de trabajo debe ser cableada con al menos dos salidas de telecomunicaciones” (SIEMON, 2005). Si va a instalar telefonía IP estas salidas puede ser una sola, aunque algunas empresas instalan dos salidas con telefonía IP para manejar un nivel de redundancia en estaciones de trabajo críticas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1 Método de investigación**

El proyecto se desarrolló en base al método de investigación cualitativo, el cual permitió interpretar y comprender al autor la situación real del objeto de estudio, a través de la percepción, resultado de su experiencia como alumno de la Universidad Tecnológica de Israel; con la información alcanzada se obtuvo un diagnóstico inicial de la situación actual del laboratorio 304 de la institución educativa, a partir de esto se determinó el punto inicial de la investigación.

Cabe mencionar que el fin de este proyecto no fue simplemente diagnosticar la situación actual de la conectividad en el laboratorio, sino también proponer una solución a los inconvenientes hallados.

#### **2.2 Tipos de investigación**

##### **2.2.1 Por los objetivos**

El presente trabajo posee un carácter de investigación aplicada, puesto que se puso en práctica los conocimientos adquiridos por el estudiante en el campo de la electrónica digital y telecomunicaciones.

##### **2.2.2 Por el lugar**

Este proyecto es de campo porque se desarrolló directamente en el lugar geográfico del objeto de estudio, lo cual permitió conocer al detalle las causas del problema, así como seleccionar la mejor alternativa en cuanto a equipos y materiales a ser utilizados.

### **2.2.3 Por el alcance**

Es experimental, ya que una vez implementado el proyecto se realizaron pruebas de conectividad y certificación del cable a través de un equipo tecnológico de certificación, a fin de alcanzar un óptimo desempeño de la red LAN en el laboratorio y su correcta integración con la fibra óptica de la Universidad.

### **2.2.4 Por la factibilidad**

Es un proyecto factible, ya que contó con el presupuesto económico requerido para su desarrollo, con el respaldo de las autoridades de la Universidad Tecnológica Israel, al llevarlo a cabo no se incurrió en ningún tipo de violación a las leyes del País, además tiene un beneficio social para los estudiantes del establecimiento educativo y no se ocasionó impactos al medio ambiente.

## **2.3 Técnicas de recolección de información**

### **2.3.1 Observación de campo**

Se realizó directamente en el laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel, por medio de esta se tuvo un contacto con la realidad en cuanto al estado real de la conexión a internet del laboratorio; (**Ver Anexo “B”**)

### **2.3.2 Observación documental**

Se empleó esta técnica, ya que fue importante examinar libros, informes, documentos de sitios web, entre otros, los cuales contribuyeron con información de interés imprescindible, para el adecuado desarrollo del presente proyecto.

## **2.4 Técnicas de análisis**

Una vez recolectados los datos, por medio de una aplicación adecuada de las técnicas de recolección de datos e información, se procedió a analizarlos con el objetivo de dar respuesta a la interrogante establecida en el planteamiento del problema y posteriormente se aplicaron las siguientes fases:

### **2.4.1 Análisis**

Se examinó y estudió con detenimiento y de una manera objetiva y sistemática la información alcanzada referente a las causas y efectos de la deficiente conectividad en el laboratorio 304 de la Universidad (**Ver Anexo “A”**), así como las diferentes alternativas para su solución.

### **2.4.2 Síntesis**

Se agruparon varios elementos e ideas dispersas y que aportaron con nuevos conocimientos de valor, con el interés de tomar las mejores decisiones para solucionar el deficiente acceso a internet en el laboratorio.

### **2.4.3 Deducción**

Permitió partir del objeto de estudio que es el acceso a internet en el laboratorio 304, para de esta forma determinar su situación actual y seleccionar la mejor alternativa para solucionar los inconvenientes encontrados, con lo cual se realizó el diseño e implementación del cableado estructurado.



## **CAPÍTULO III**

### **PROPUESTA**

Después de la investigación y la recolección de datos realizada en el laboratorio 304 de La Universidad Tecnológica Israel se encuentra que la red del laboratorio está conectada mediante un cableado de red hacia un switch y este a su vez a la red principal de la Universidad; en esta red se encuentran varias deficiencias como son: la conectividad, equipamiento desactualizado, y además no cumple con normas y estándares de cableado estructurado.

Se dice que el equipamiento es desactualizado e incompatible con las nuevas tecnologías ya que existe un Switch de base 10/100 con conexión para 16 puerto y no cuenta con puertos para módulos SFP compatibles con transceivers eléctricos y ópticos. Por otro lado, el switch instalado no se puede ubicar dentro de un rack.

Las normas y estándares en el cableado no se cumplen, ya que no existe un Patch Panel, además el etiquetado en los cables es deficiente o nulo, se encuentran que los cables están en mal estado y desorganizado y la mayoría de los conectores se encuentran sin capuchón.

#### **3.1 Descripción de la Propuesta**

Para solucionar los problemas encontrados en el laboratorio 304 de la universidad Tecnológica Israel se propone realizar el proyecto con base a la normativa internacional ANSI/TIA/EIA-568-B, para garantizar una adecuada manipulación e instalación del equipamiento y cableado, así también instalación de equipos que cuenten con tecnología moderna para facilitar las conexiones y a su vez que sean compatibles con equipos modernos.

Por lo que se plantea dividir al proyecto en tres módulos, módulo de acceso, módulo de distribución y módulo de núcleo, cada elemento y equipo necesario para estructurar la red

será analizado con el fin de instalar equipos compatibles. En la figura 3.1 se puede apreciar la división planteada para el proyecto.

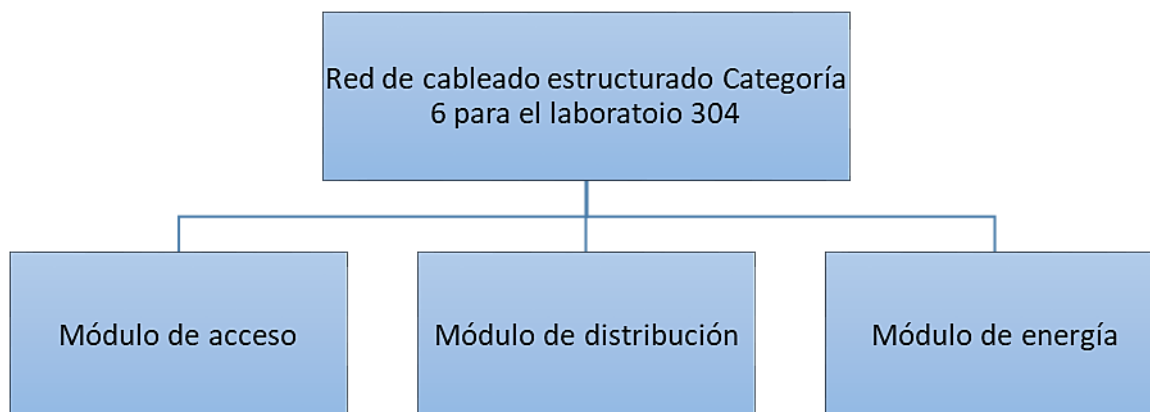


Figura 3.1 Módulos del proyecto  
**Elaborado por:** El Autor

### 3.1.1 Módulo de acceso

Es lo concerniente a la infraestructura necesaria para llevar a cabo el acceso a la red, que se origina desde el armario telecomunicaciones hasta la toma para un equipo o estación de trabajo.

#### - Cable UTP

La cantidad de cables a usarse depende del tipo de cable a ser instalado, además se debe considerar un 40% de reserva para futuras instalaciones y ordenamiento de cables, en este punto también es necesario seleccionar que categoría se va a utilizar.

#### • Elección de la categoría de cable

Para la elección del cableado, en la implementación del proyecto se toma en cuenta los estándares con mayor auge, y a partir de los parámetros que se muestran en las tablas 3.1 y 3.2 que permiten diferenciar parámetros tales como soporte de ancho de banda, velocidad de transmisión, pérdidas, etc.

Para frecuencias de alrededor a 25 MHz el cable UTP categoría 5e tiene pérdidas de inserción de 11.4 dB mientras que el cable categoría 6 tiene pérdidas de 10.1 dB, por otra parte, el cable de categoría 6 posee pérdidas por retorno mayores a las de categoría 5e.

El punto de inflexión radica en los anchos de banda, donde se observa que el cable UTP de categoría 6 soporta anchos de banda de hasta 250 MHz, mientras que el cable UTP de categoría 5e solo soporta anchos de banda de hasta 100 MHz, por lo tanto, se elige el cable de categoría 6, con el objetivo de prever un alcance mayor, así como compatibilidad con servicios futuros.

**Tabla 3.1** Parámetros mínimos del cable categoría 5e

<b>Category 5e Channel</b>						
<b>Frecuency (Mhz)</b>	<b>Insertion Loss (dB)</b>	<b>NEXT (dB)</b>	<b>PSNEXT (dB)</b>	<b>ELFEXT (dB)</b>	<b>PSELFEXT (dB)</b>	<b>Return Loss (dB)</b>
1.0	2.2	>60	>57	57.4	54.4	17.0
4.0	4.5	53.5	50.5	45.4	42.4	17.0
8.0	6.3	48.6	45.6	39.3	36.3	17.0
10.0	7.1	47.0	44.0	37.4	34.4	17.0
16.0	9.1	43.6	40.6	33.3	30.3	17.0
20.0	10.2	42.0	39.0	31.4	28.4	17.0
25.0	11.4	40.3	37.3	29.4	26.4	16.0
31.25	12.9	38.7	35.7	27.5	24.5	15.1
62.5	18.6	33.6	30.6	24.5	18.5	12.1
100.0	24.0	30.1	27.1	17.4	14.4	10.0
<b>Category 5e Channel Requirements</b>						
<b>Maximum channel propagation delay: 555 ns at 10 MHz</b>						
<b>Maximum channel delay skew: 50 ns at 100 MHz</b>						

Fuente: (Joskowicz, 2009)

**Tabla 3.2** Parámetros mínimos del cable categoría 6

<b>Category 6 Channel</b>						
<b>Frecuency (Mhz)</b>	<b>Insertion Loss (dB)</b>	<b>NEXT*</b> (dB)	<b>PSNEXT (dB)</b>	<b>ELFEXT (dB)</b>	<b>PSELFEXT (dB)</b>	<b>Return Loss (dB)</b>
1.0	2.1	65.0	62.0	63.3	60.3	19.0
4.0	4.0	63.0	60.5	51.2	48.2	19.0
8.0	5.7	58.2	55.6	45.2	42.2	19.0
10.0	6.3	56.6	54.0	43.3	40.3	19.0
16.0	8.0	53.2	50.6	39.2	36.2	18.0
20.0	9.0	51.6	49.0	37.2	34.2	17.5
25.0	10.1	50.0	47.3	35.3	32.3	17.0
31.25	11.4	48.4	45.7	33.4	30.4	16.5
62.5	16.5	43.4	40.6	27.3	24.3	14.0
100.0	21.3	39.9	37.1	23.3	20.3	12.0
200.0	31.5	34.8	31.9	17.2	14.2	9.0
250.0	35.9	33.1	30.2	15.3	12.3	8.0
<b>Category 6 Channel</b>						
<b>Maximum Cat 6 channel propagation delay: less than 555 ns at 10 MHz</b>						
<b>Maximum Cat 6 channel delay skew: less than 50 ns/100m at 10 MHz</b>						

Fuente: (Joskowicz, 2009)

### 3.1.2 Módulo de distribución

Este módulo proporciona la conectividad al laboratorio, básicamente está compuesto por el switch, el rack, el transceiver y el acoplador de fibra óptica.

- **Switch**

El switch considerado para este proyecto es de marca reconocida Tp-Link; la tabla 3.3 muestra las características a considerar del switch TP-LINK TL.

**Tabla 3.3** Características del Switch TP-LINK TL-SG2452

<b>HARDWARE</b>	
Característica	Descripción
Estándares y Protocolos	IEEE 802.3i, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE802.3z, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3x, IEEE 802.1d, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1q, IEEE 802.1p
Interface	RJ45 48 10/100/1000 Mbps (Auto Negotiation/Auto MDI/MDIX) 4 ranuras Gigabit SFP
Medios de Red	100BASE-TX / 1000Base-T: UTP categoría 5, 5e o sobre cable (100m máximo) 100BASE-FX: MMF, SMF 1000BASE-X: MMF, SMF
Cantidad de Ventiladores	2
Fuente de Alimentación	100~240VAC, 50/60Hz
Consumo de Energía	Máximo: 40.1 W (220V/50Hz)
Dimensiones (WXDXH)	17,3 * 10,2 * 1,7 pulg. (440 * 260 * 44 mm)

**Fuente:** (tp-link, 2019)

La figura 3.2 muestra la imagen del switch que se va a usar en el proyecto propuesto



**Figura 3.2** Switch TP-LINK TL-SG2452  
**Fuente:** (Recursos Tecnológicos, 2019)

- **Rack (Armario de equipos)**

Para el desarrollo de este proyecto se debe emplear un switch, por lo que es necesario instalar un soporte de pared, para proteger el equipo y organizar adecuadamente los cables de red; el soporte debe cumplir con las siguientes características:

- Acero laminado de 1.5 mm
- Soporte de pared de 8 UR
- Para todo equipo de comunicación de 19 plg.
- Dimensiones Al x An x Prf: 36.6 x 51.5 x 25 cm.
- Soporte Switches, Routers, Patch Panel, Organizadores, etc.
- Pintura electrostática texturizada negra

La figura 3.3 muestra un soporte de pared necesario para el proyecto.



**Figura 3.3** Soporte de pared  
**Fuente:** (Recursos Tecnológicos, 2019)

### **3.1.3Módulo de energía**

Se refiere a la energía eléctrica que consume el switch para proporcionar conectividad de internet a todos los usuarios, se debe considerar además que este equipo posee tecnología PoE (Power over Ethernet), lo que significa que, a más de transmitir información, provee de energía a dispositivos para que funcionen sin requerir de energía eléctrica.

## **3.2 Aspectos Técnicos**

Para que la implementación del cableado estructurado funcione de una manera adecuada, es importante considerar ciertos aspectos técnicos que se detallan a continuación

- El cable utilizado entre el rack y los puntos de red es de categoría 6 y con el fin de contar con una comunicación de 1Gbps, la distancia máxima que debe existir es de 100m.
- Para que exista compatibilidad entre todos los elementos de la red, es necesario que los conectores pasivos sean de categoría 6.
- Los cables serán protegidos por una canaleta plástica marca Dexson.
- Los puertos que posee el switch del proyecto son 48, de los cuales se utilizaran 25.
- Cuenta con 4 puertos SFP JetStream,
- El switch puede ser conectado a una red óptica backbone.

## **3.3 Software y hardware especializado**

Para la implementación del cableado estructurado es necesario emplear software y hardware que permitan la instalación de una red de datos.

En hardware, se hará uso del equipo certificador Fluke DSX-5000 INTL pues permite medir el tiempo de propagación y diferencia de retardo, la certificación con este equipo es eficiente, la interfaz es amigable con el usuario por lo que la configuración es mucho más

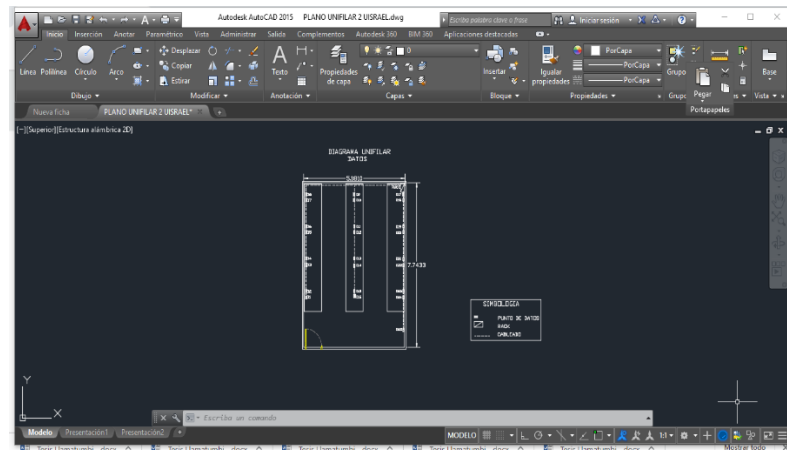
fácil y los errores son nulos, gracias al software LinkWare™ que posee el equipo, se crean informes profesionales de las pruebas realizadas, los fallos se pueden visualizar gráficamente. Por último, el equipo se encuentra certificado por “ETL al nivel V de IEC”. (INTRONICA, 2019) En la figura 3.4 se muestra el equipo Fluke DSX-5000.



**Figura 3.4** Equipo Fluke DSX-5000  
**Elaborado por:** El Autor

Mientras que en Software las siguientes herramientas permiten realizar y modelar la red planteada en este proyecto.

**AutoCAD.** – “Es un software de diseño asistido por computadora (CAD) en el cual se apoyan tanto arquitectos como ingenieros y profesionales de la construcción para crear dibujos precisos en 2D y 3D” (Autodesk, 2019)-, el software AutoCAD también asiste a profesionales de otras áreas como por ejemplo a ingenieros electrónicos, en el presente proyecto se utilizó para diseñar los diagramas necesarios para la implementación de la red, se especifica la ubicación tanto de equipos, elementos y cableado en sí, para realizar el diagrama unifilar de la ubicación de equipos, puertos del laboratorio y la topología física de la red, la versión de AutoCAD utilizada es 2015. La figura 3.5 muestra la pantalla principal de AutoCAD.



**Figura 3.5** Pantalla Principal de AutoCAD  
**Elaborado por:** El Autor

**Cisco Packet Tracer.** – “Es un programa de simulación de red que permite a los estudiantes experimentar con el comportamiento de la red (..) proporciona capacidades de simulación, visualización, autoría y evaluación para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de conceptos tecnológicos complejos” (CISCO Networking Academy, 2010, pág. 1). En el presente proyecto y con el fin de visualizar el comportamiento de la red propuesta se hace uso de la aplicación Cisco Packet Tracer.

### 3.4 Análisis de Costos

En la Tabla 3.4 se enlista los componentes necesarios para la infraestructura de la red, con cantidades específicas y costo respectivo así también los equipos y materiales necesarios para realizar el cableado estructurado en el Laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel.

La siguiente proforma facilito los proveedores de equipos de redes (MARTEL) mismo que al final del proyecto certificarán el correcto funcionamiento de la red.



Tabla 3.4 Proforma

ITEM	MARCA	EQUIPO	CANT.	P. UNIT.	SUBTOTAL
1	PANDUIT	Cable UTP CAT6 4 pares 24 AWG CMR (Gris)	400 m	0,75	300,00
2	PANDUIT	Jack CAT6 minicom blanco	50	7,60	380,00
3	PANDUIT	Patch Panel modular de 48 puertos con etiqueta	2	23,00	46,00
4	PANDUIT	Face plate 2 posición blanco	25	1,94	48,50
5	PANDUIT	Patch Cord UTP CAT6 3FT Azul	25	9,33	233,25
6	PANDUIT	Patch Cord UTP CAT6 7FT Azul	25	11,10	277,50
7	DEXSON	Caja para toma 40mm blanca	25	1,70	42,50
8	DEXSON	Canaleta de 60×40 blanca	11	10,41	114,51
9	BEAUCOUP	Soporte de pared 8 UR negro	1	76,00	76,00
10	CONNECTION	Organizador horizontal con canaleta 80×80 19" 2UR	1	16,30	16,30

ITEM	MARCA	EQUIPO	CANT.	P. UNIT.	SUBTOTAL
11	TP-LINK TL-SG2452	Switch L2 de 48 puertos Gigabit 10/100/1000 Mbps. Slot para fibra módulo MiniGIC TLSG 2452	1	426,00	426,00
12	VETO	Multitoma eléctrico 4 tomas dobles de 19"	1	24,00	24,00
13	Especificar	Tacos, tornillos, amarras plásticas	1	50,00	50,00
14	Especificar	Cinta de amarre 180P azul	1	24,53	24,53
15	Especificar	Nerramienta oara Jack CAT6	1	4,10	4,10
16	TP LINK	Módulo LC mini GBIC SM311LM	1	28,00	28,00
17	QUEST	Adaptador SC DX MM NF03024	1	6,00	6,00
18	OM3	Patchcord de fibra LC UPC SC UPC MM DX 3M	1	16,00	16,00
20		Certificación de cableado estructurado CAT6	1	125,00	125,00
			<b>Subtotal</b>		<b>2.238,19</b>
			12%		268,58
			<b>TOTAL</b>		<b>2.506,77</b>

Elaborado por: El autor

Los costos directos que se deben considerar en este proyecto son de. 2.506,77 y se resume en la tabla 3.5

**Tabla 3.5** Costos Directos

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	
TOTAL	2.506,77

Elaborado por: El autor

Mientras que los costos indirectos es la mano de obra, movilización e imprevistos. Y se describen en la tabla 3.6

**Tabla 3.6 Costos Indirectos**

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	
Mano de Obra	650
Movilización	120
Imprevistos	200
<b>TOTAL</b>	<b>970</b>

**Elaborado por:** El autor

El valor total de los costos directos más los costos indirectos se muestra en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7 Sub Total de Proyecto**

<b>COSTOS D + I</b>	
Costos Directos	2.506,77
Costos Indirectos	970,00
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>3.476,77</b>

**Elaborado por:** El autor

En este proyecto se considera un margen al costo total en el caso que suceda un evento de fuerza mayor, dicho margen es del 17%. Por lo que el valor necesario para realizar el proyecto planteado se observa y dichos valores se desglosan en la tabla 3.8.

**Tabla 3.8 Costo Total de Proyecto**

<b>COSTO TOTAL</b>	
SUB-TOTAL	3.476,77
Margen 17%	591,05
<b>TOTAL</b>	<b>4.067,82</b>

**Elaborado por:** El autor

### 3.5 Análisis de Tiempo

A fin de lograr la implementación del presente proyecto en base a las fechas establecidas por la Universidad Tecnológica Israel, se realizó el siguiente análisis de las actividades realizadas.

Inicialmente se elaboró el Plan de Investigación del Proyecto de acuerdo al direccionamiento del encargado del laboratorio, en la cual se realizó la presentación y aprobación del plan para continuar con el desarrollo del trabajo.

Con la información alcanzada como resultado del Plan de Investigación, se procedió a realizar el trabajo de recopilación y análisis de los temas que involucran el cableado estructurado, lo cual está plasmado en el Capítulo II de la Fundamentación Teórica. Posteriormente se elaboró la metodología de la investigación, actividad que fue realizada en 15 días, desde el 05 al 25 de junio del 2019, esta actividad al igual que las anteriores contempla el desarrollo y su posterior revisión y aprobación.

Los capítulos III (Propuesta) y IV (Implementación), fueron elaborados en 15 días cada uno, mismos que fueron terminados el 13 de agosto del 2019, con las revisiones y aprobaciones respectivas.

Finalmente, la defensa y entrega del proyecto ejecutado al 100% se realizó en cinco días restantes, y se dio por finalizado todo el trabajo el 20 de agosto del 2019.

Con todo lo descrito anteriormente, se consolidó un cronograma de actividades detallado, con las actividades y sus tareas respectivas, mismo que permitió organizarse de una forma adecuada durante el diseño e implementación de una red de cableado estructurado en el laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel.

El cronograma descrito se muestra en la figura 3.6

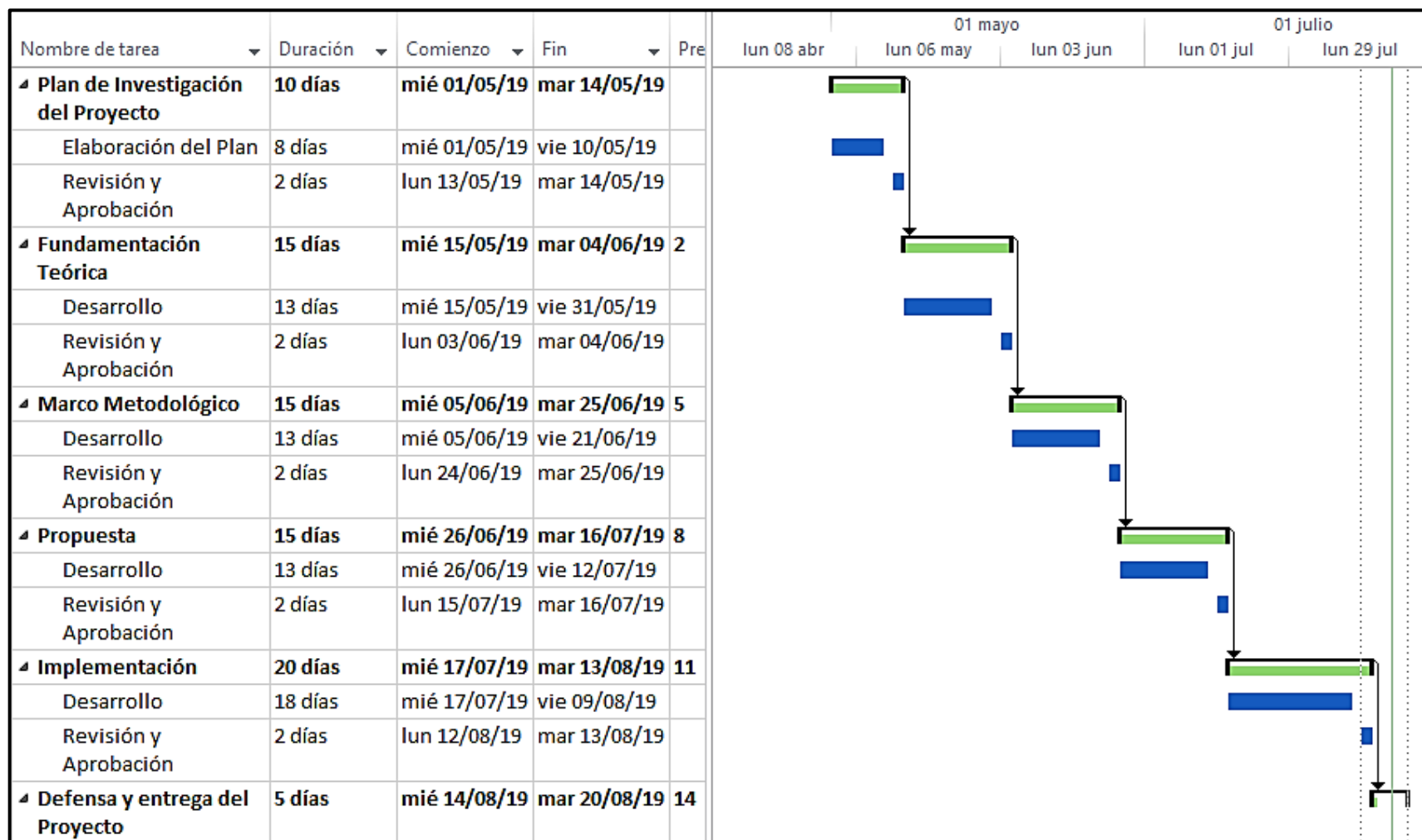


Figura 3.6 Cronograma de Actividades  
Elaborado por: El Autor

### 3.6 Ventajas del Producto

- El cambio de equipos y cableado de categoría 5e a la categoría 6 en el laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel mejoró notablemente la conectividad, y prologa su tiempo de vida útil.
- En caso de requerir hacer cambios en la red, se cuenta con los respectivos diagramas de topología física y lógica, lo cual facilita su comprensión.
- Al ser un cableado estructurado y certificado, garantiza la conectividad en la red del Laboratorio 304 de la Universidad, cuenta con elevadas tasas de transmisión.
- El proyecto planteado es escalable, pues se considera que a futuro se agregarán nuevos equipos debido al incremento de usuarios que se conectan a la red y la instalación de dispositivos tales como: cámaras IP, impresoras, switch repetidores, teléfonos IP, entre otros y al contar con un Switch de 48 puertos esta instalación se la puede realizar sin inconvenientes.
- La velocidad es otra ventaja que ofrece el proyecto pues el Switch TP-LINK TL-SG2452 soporta velocidades de hasta 1 Gbps y el cableado de categoría 6 soporta hasta 200 MHz.
- Debido a que la red principal de la Universidad Tecnología Israel se encuentra instalada a través del medio de Fibra Óptica; la red LAN del laboratorio 304 se integra a través de un transceiver con uno de los módulos SFP del Switch.
- Con los equipos instalados se puede utilizar telefonía IP con el códec G.729 (estándar de compresión y descompresión de señal de audio digital).

## **CAPÍTULO IV**

### **IMPLEMENTACIÓN**

#### **4.1 Desarrollo**

En este diseño se describe la arquitectura con la que se implementara la red, así también la tecnología necesaria.

La Figura 4.1 muestra la disposición de 24 terminales o computadores personales (PCs) para los usuarios del laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel, en adición se prevé 1 terminal para el usuario-profesor, todos los usuarios se conectan mediante un cable Ethernet categoría 6 hacia el dispositivo de conmutación de 48 puertos que tiene acceso hacia el servicio de internet mediante módulos SFP y cable de fibra óptica.

Los planos señalan la ruta de todos los cables, donde el plano del nivel debe reflejar las localizaciones de todas las tomas para telecomunicaciones. Además, indica la localización de cada enlace.

En las figuras 4.2 y 4.3 se muestra el diagrama unifilar de equipos y red respectivamente.

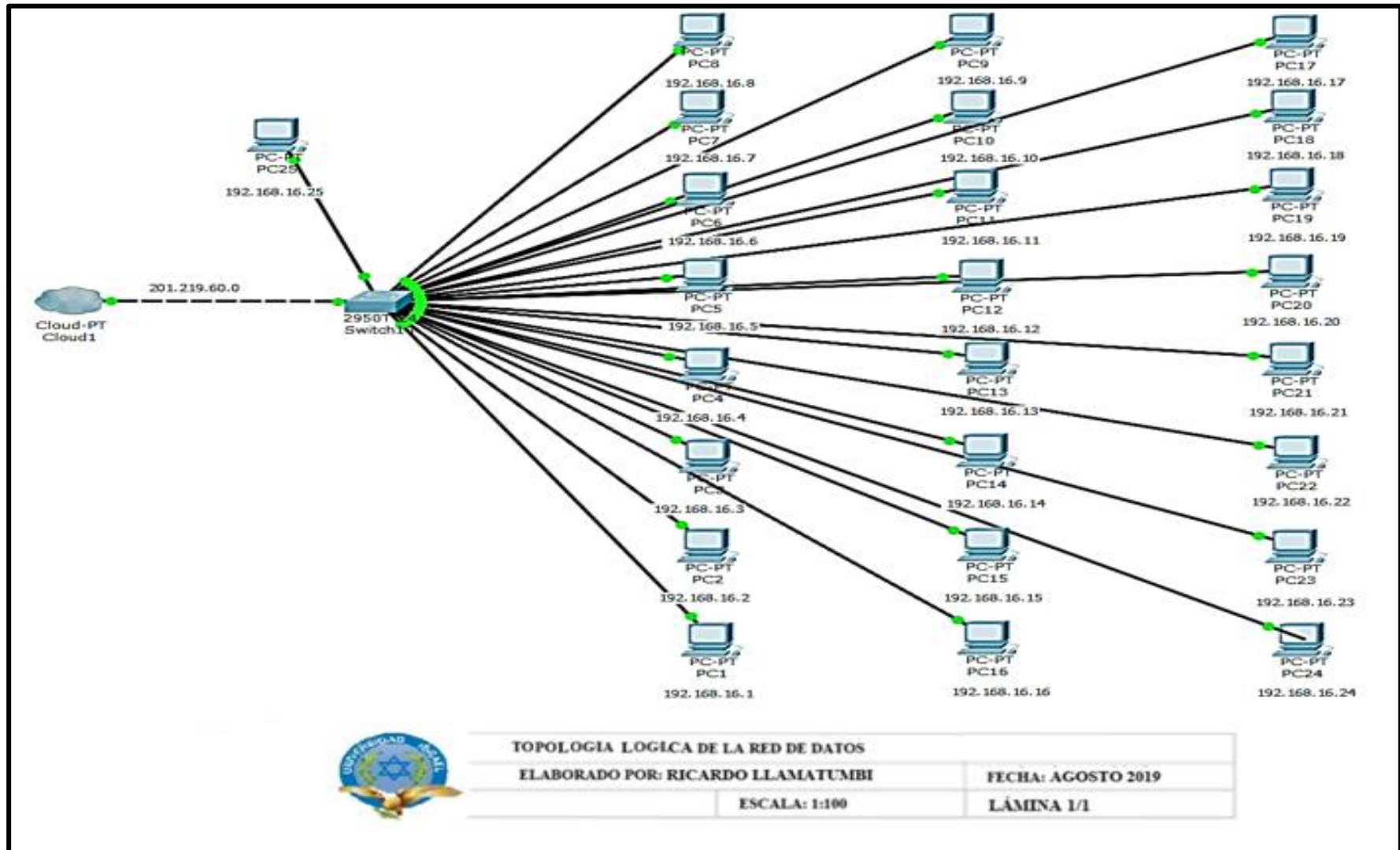
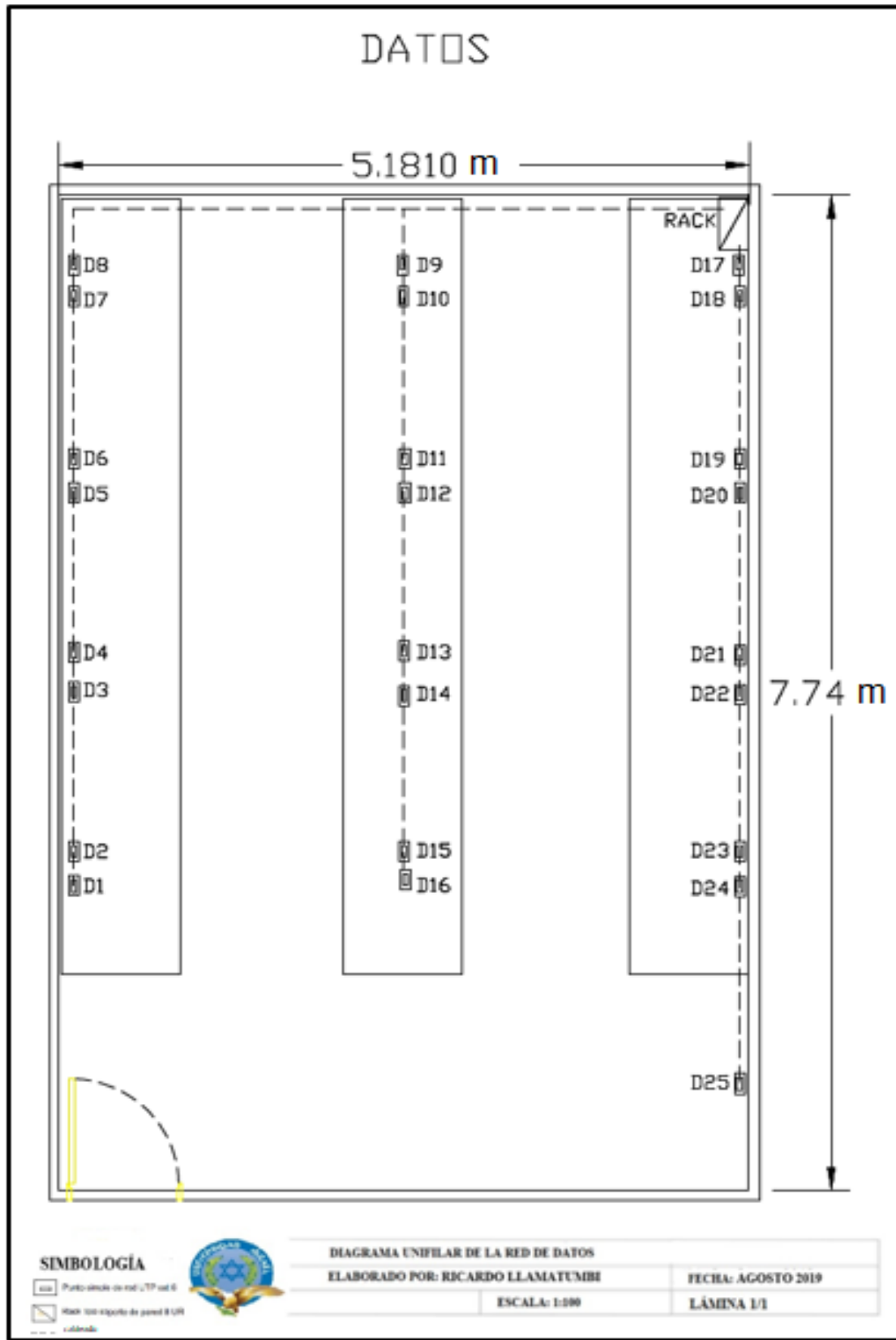
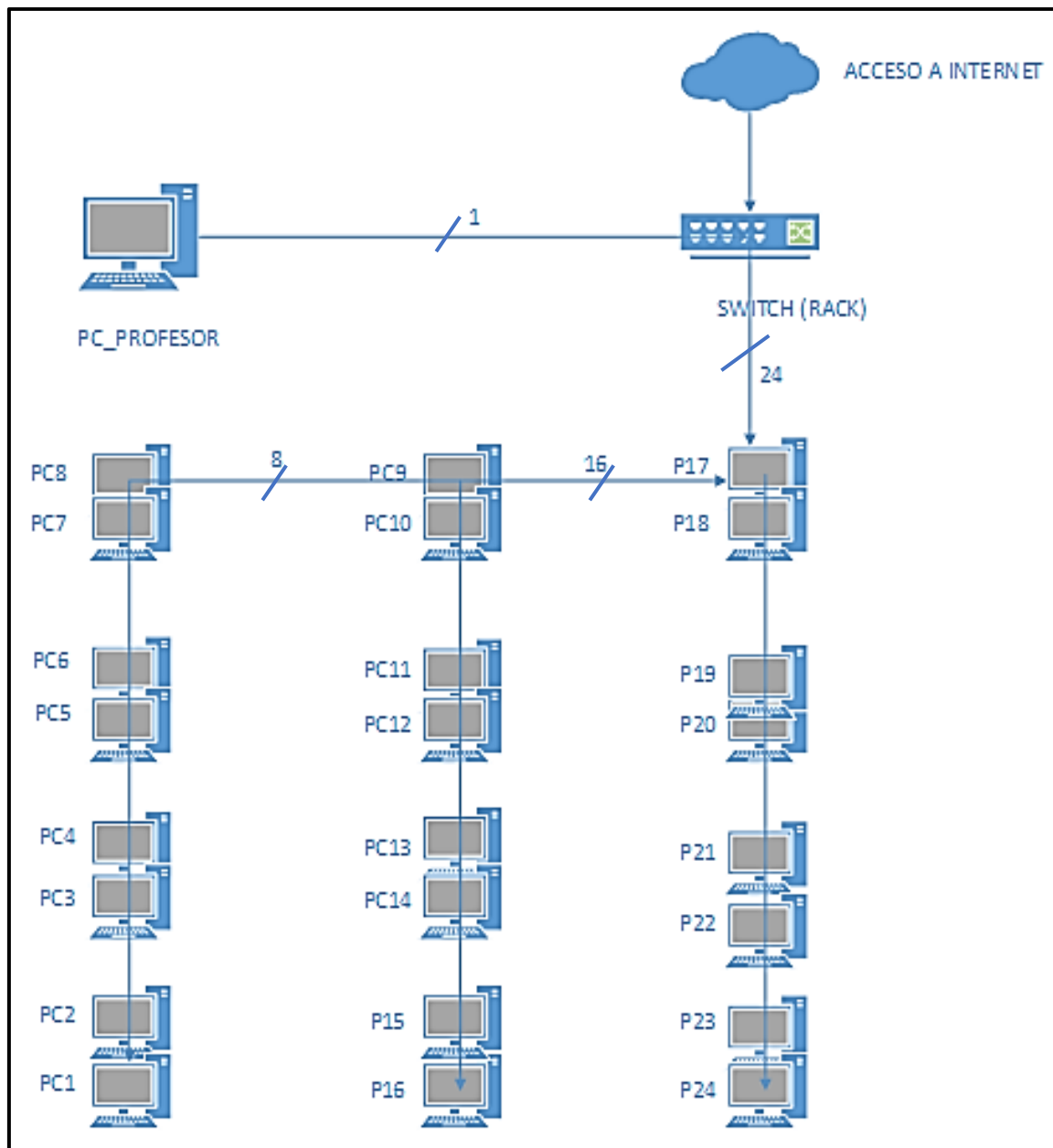


Figura 4.1 Topología Lógica de la red  
Elaborado por: El Autor





**Figura 4.2** Diagrama unifilar de la ubicación de Equipos y puertos  
**Elaborado por:** El Autor



**Figura 4.3** Diagrama unifilar de la red  
**Elaborado por:** El Autor

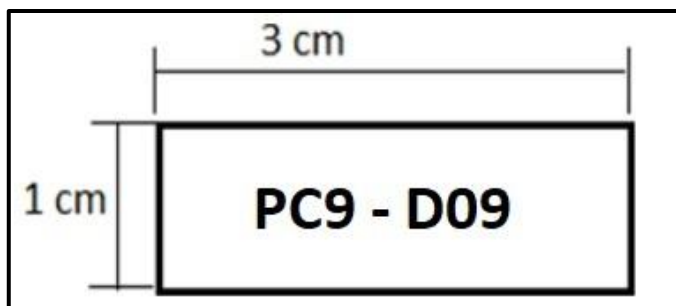
#### 4.1.1 Rotulación de elementos

##### Etiquetas

El cableado estructurado del presente proyecto el cual incluye puertos de red, patch panel, cables; se etiquetan de una manera estratégica para que la administración de la red sea óptima. Este etiquetado se basa en la norma ANSI/TIA/EIA-606-A. A manera de ejemplo

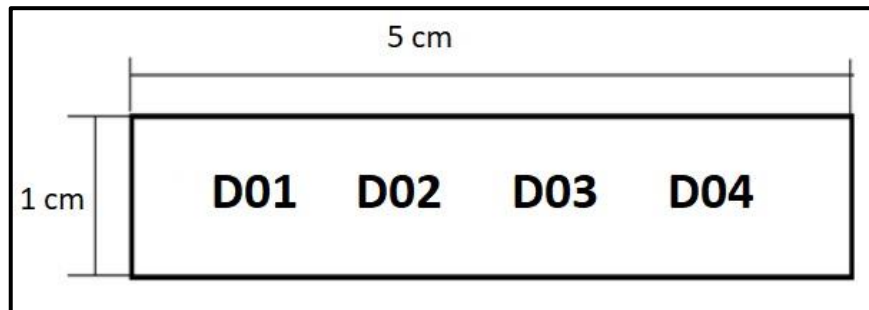
se muestra el etiquetado del punto de red número 9, el mismo que tiene una etiqueta PC9 – D09 y se puede ver en la Figura 4.4.

Las dimensiones de la etiqueta que se emplean en este proyecto son de 3 x 1 cm.



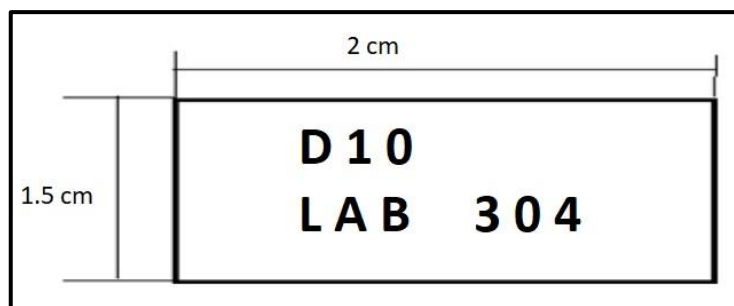
**Figura 4.4** Etiqueta del Faceplate  
**Elaborado por:** El Autor

También se identifican los patch panel modulares que se utilizarán en la red de cableado estructurado. Estos se deben etiquetar como se muestra en la Figura 4.5.



**Figura 4.5** Etiqueta de puertos para el patch panel  
**Elaborado por:** El Autor

Asimismo, el cable UTP CAT6 que forma parte del cableado estructurado, el cual se encuentra tendido, se etiqueta de acuerdo con las medidas que establece la norma; en el caso de la computadora 10, se muestra un ejemplo en la Figura 4.6.



**Figura 4.6** Etiqueta de cable UTP  
Elaborado por: El Autor

#### 4.1.2 Armario de telecomunicaciones

El armario es identificado por un código único de 2 caracteres, que indica el número de rack, en este caso se lo denomina al Patch Panel, que es de donde provienen las salidas, y como como es uno solo se lo identifica con **(1 A)**.

##### - Salidas

La salida es identificada por una zona única y un número consecutivo, por ejemplo, **D24** (**Zona D, Placa 24**), donde la zona a es un área específica del edificio, en este caso el laboratorio 304 y deberá ser identificada en los planos.

El servicio se añade a la salida identificada, por ejemplo, **D24**, en la Tabla 4.1

**Tabla 4.1** Etiquetado de los equipos en el laboratorio 304

TERMINAL	ETIQUETA	TERMINAL	ETIQUETA
PC1	D01	PC14	D14
PC2	D02	PC15	D15
PC3	D03	PC16	D16
PC4	D04	PC17	D17
PC5	D05	PC18	D18
PC6	D06	PC19	D19
PC7	D07	PC20	D20
PC8	D08	PC21	D21
PC9	D09	PC22	D22

PC10	D10	PC23	D23
PC11	D11	PC24	D24
PC12	D12	PC25	D25
PC13	D13		

**Fuente:** El Autor

### 4.1.3 Patch panel

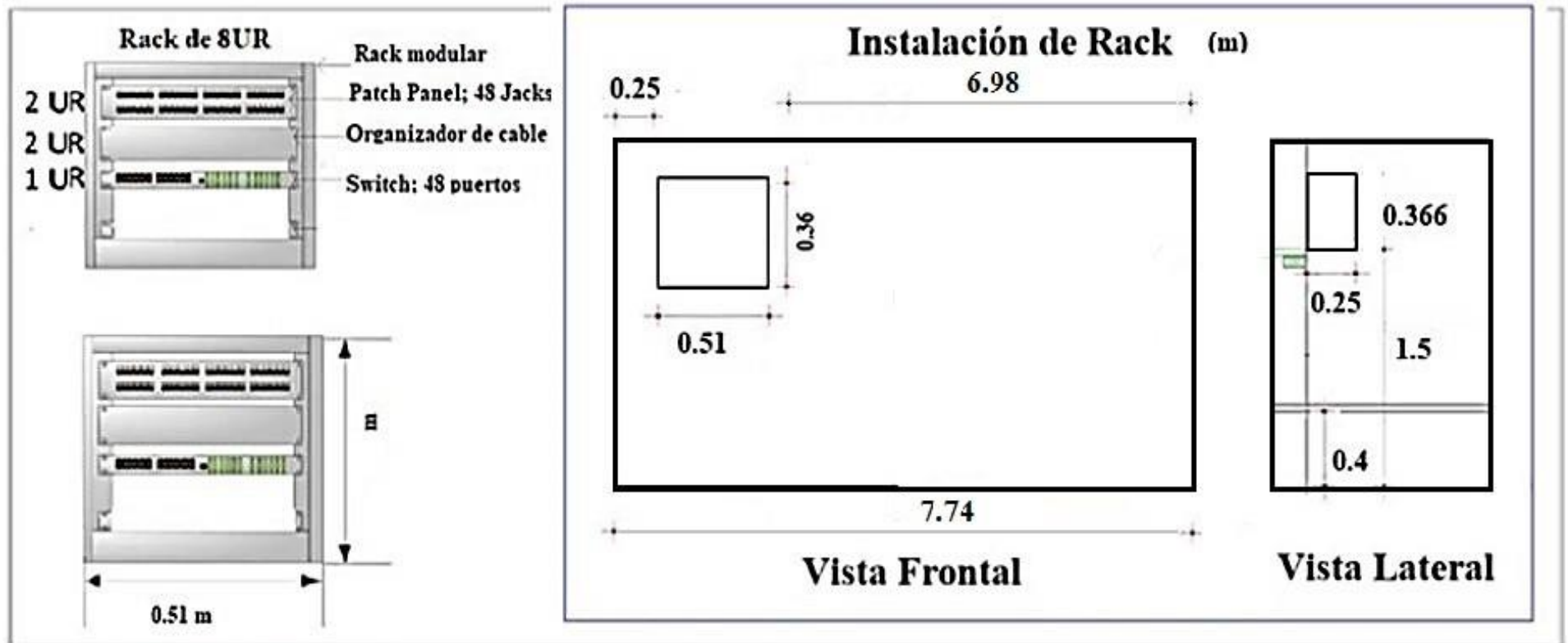
Los puertos en el patch panel también son etiquetados con referencia a la salida, de cada uno, desde el D01 al D25

### 4.1.4 Cable

Según el método utilizado, el cable es identificado con un código de origen: destino (**1A: D24**) y se debe etiquetar a los dos extremos.

### 4.1.5 Rack

Se hace uso de un rack abierto con un almacenamiento de 8UR diseñado para equipos de red telecomunicaciones y servidores de 19 pulgadas. Las características dimensionales de este son 51.5 cm × 36.6 cm × 25.0 cm; de ancho, alto y profundidad, respectivamente. Los componentes del rack se pueden apreciar en la Figura 4.7, en donde se tiene al Patch Panel de 24 puertos, Patch Cord de interconexión y el Switch de 48 puertos.



**Diagrama de Instalación de Rack y Equipos**

Elaborado por: Ricardo Llamatumbi

Fecha: Agosto 2019

Escala: 1:1

Lámina 1/1

Figura 4.7 Diagrama unifilar del Rack  
Elaborado por: El Autor

## 4.2 Implementación

### 4.2.1 Desmontaje de equipamiento y remoción de cableado

Se considera al cable que no está en uso como cable abandonado, por tal razón, es muy importante removerlo, ya que puede causar los siguientes problemas:

- Ser una fuente de combustión ante un eventual incendio
- Conforman bucles con conexión a tierra y una vía de voltaje por dispersión.
- Puede ocasionar interferencias electromagnéticas (EMI) o interferencias de radio frecuencia (RFI).
- Obstruyen los espacios que serán necesarios para el recorrido del nuevo cableado.

En lo que concierne al desmontaje de equipos, se realizó asegurándose de que no estén en uso y que estén apagados, las Figuras 4.8 y 4.9 muestran el desmontaje de los equipos y la remoción del cableado respectivamente.



**Figura 4.8** Desmontaje de los equipos  
Elaborado por: El Autor



**Figura 4.9** Remoción de cableado  
**Elaborado por:** El Autor

#### 4.2.2 Instalación de canaletas y tomas

Una vez retirado todo el equipamiento antiguo, es necesario empezar las nuevas instalaciones; primeramente, se colocarán las nuevas canaletas Dexson 60 x 40, color blanco, hay que evitar pasar cerca del cableado eléctrico a fin de reducir las interferencias electromagnéticas, como muestra la Figura 4.10, posteriormente se instalaron todas las cajas Dexson blancas de 40 mm para las tomas y se muestra en la figura 4.11.



**Figura 4.10** Instalación de canaletas  
**Elaborado por:** El Autor





**Figura 4.11** Instalación de tomas  
**Elaborado por:** El Autor

### 4.2.3 Tendido de cable UTP

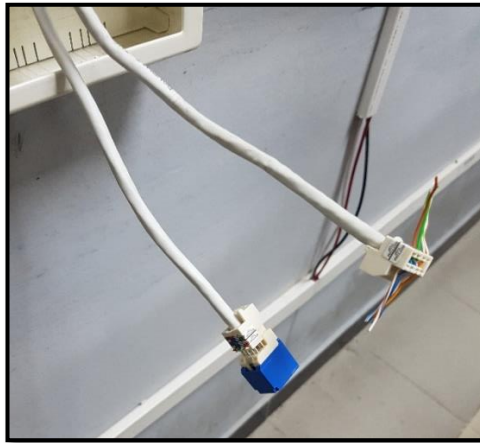
Un factor muy importante que considerar en este paso es la densidad del cableado; es decir, el número de cables que se manipulan en un equipo o por las canaletas, por lo cual es muy importante utilizar técnicas para la administración adecuada del cableado, entre ellas está un correcto tendido de cable, tal como se indica la Figura 4.12.



**Figura 4.22** Tendido de cable UTP  
**Elaborado por:** El Autor

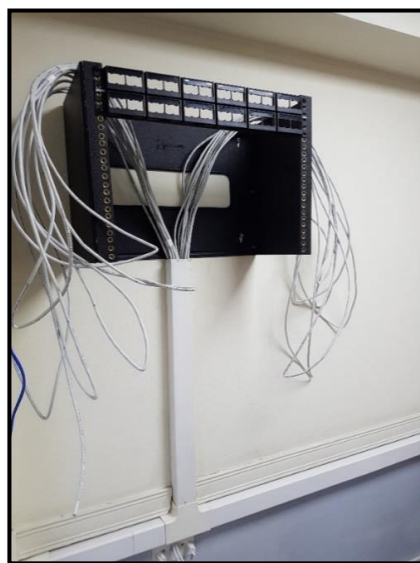
#### 4.2.4 Instalación de conectores

En los extremos de los cables, es necesario instalar los Jacks Panduit UTP, minicom azul, que sirven para posteriormente insertar los conectores RJ45 provenientes de los terminales (PC's) y al otro extremo de los puertos provenientes del Switch. Se lo realizó como indica la Figura 4.13. estos jacks también deben ser instalados en los extremos de los cables que se encuentran en el soporte de pared (rack).



**Figura 4.33** Instalación de Jacks  
**Elaborado por:** El Autor

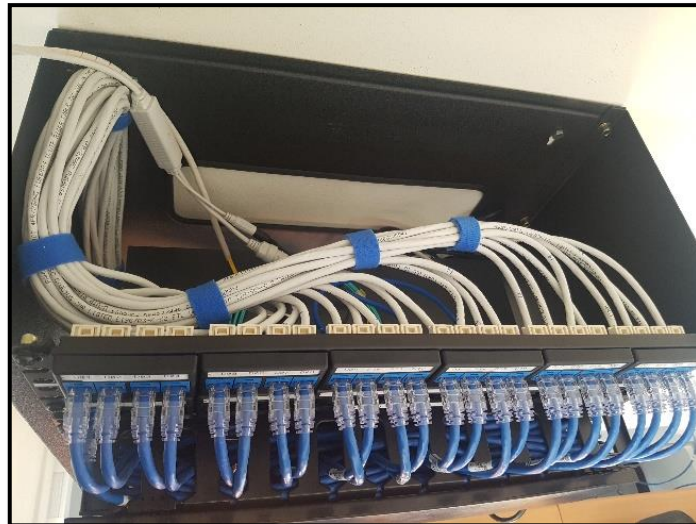
Para instalar el Switch TP-LINK TL-SG2452, en un lugar seguro y funcional, fue necesario colocar un soporte de pared (rack), lo cual se muestra en la Figura 4.14.



**Figura 4.14** Ubicación Rack de pared  
**Elaborado por:** El Autor

#### 4.2.5 Colocación del Switch y Patch panel

Una vez ubicado el Soporte de pared, se instaló el Switch TP-LINK TL-SG2452, el Patch Panel y la multitoma eléctrica, se procede a realizar las conexiones de todo el cableado al Patch Panel como muestra la Figura 4.15 y finalmente quedó instalado todo el equipamiento y cableado en el rack, como indica la Figura 4.16.



**Figura 4.45** Vista posterior de las conexiones Rack  
**Elaborado por:** El Autor



**Figura 4.56** Equipos instalados en Rack  
**Elaborado por:** El Autor

#### 4.2.6 Conexiones

##### – Conexión entre el Switch y el Patch panel

Una vez colocados todos los jacks en el patch panel; con los latiguillos de cable panduit UTP categoría 6 color azul, se realizaron las conexiones entre el Switch y el Patch panel de una forma lógica y organizada, de manera que facilite su comprensión, tal como muestra la Tabla 4.2 y en la práctica la Figura 4.17.

**Tabla 4.2** Conexiones entre el Switch y el Patch Panel  
**CONEXIÓN DEL SWITCH HACIA EL PATCH PANEL**

<b>N° PUERTO ORIGEN SWITCH</b>	<b>N° PUERTO DESTINO PATCH PANEL</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	D01	Destinado para la PC 1
2	D02	Destinado para la PC 2
3	D03	Destinado para la PC 3
4	D04	Destinado para la PC 4
5	D05	Destinado para la PC 5
6	D06	Destinado para la PC 6
7	D07	Destinado para la PC 7
8	D08	Destinado para la PC 8
9	D09	Destinado para la PC 9
10	D10	Destinado para la PC 10
11	D11	Destinado para la PC 11
12	D12	Destinado para la PC 12
13	D13	Destinado para la PC 13
14	D14	Destinado para la PC 14
15	D15	Destinado para la PC 15
16	D16	Destinado para la PC 16
17	D17	Destinado para la PC 17
18	D18	Destinado para la PC 18
19	D19	Destinado para la PC 19
20	D20	Destinado para la PC 20

21	D21	Destinado para la PC 21
22	D22	Destinado para la PC 22
23	D23	Destinado para la PC 23
24	D24	Destinado para la PC 24
25	D25	Destinado para la PC 25 del Profesor
26		El puerto 26 se utilizó como enlace WAN para el laboratorio 304
27		El puerto 27 se utilizó para la cámara IP

Fuente: El Autor



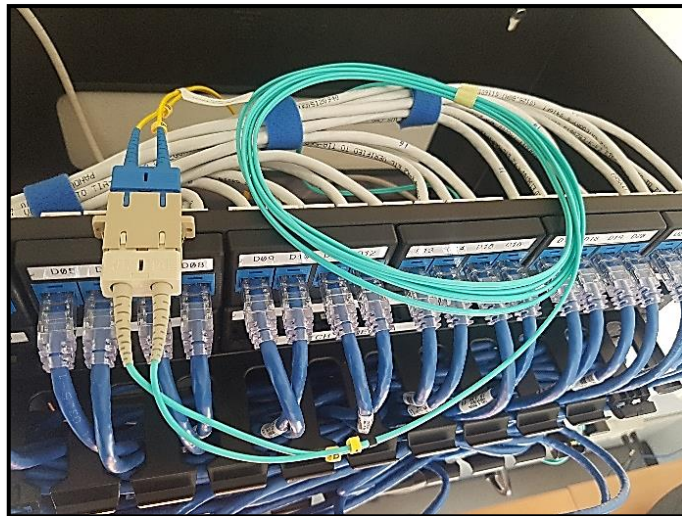
**Figura 4.17** Conexiones entre el Switch y el Patch panel  
Elaborado por: El Autor

#### – Conexiones entre la Fibra Óptica de la red principal y la red LAN del laboratorio

Para esta conexión se instaló el transceiver en el módulo SPF del Switch TP-LINK TL-SG2452 y posteriormente el Patch Cord de fibra LC UPC SC UPC, como muestra la Figura 4.18 mientras que en la figura 4.19 se muestra la instalación entre la red de fibra óptica y la red LAN.



**Figura 4.18** Transceiver y Patch Cord de Fibra  
**Elaborado por:** El Autor



**Figura 4.19** Instalación entre la red de fibra óptica y la red LAN  
**Elaborado por:** El Autor

Después que se realizaron todas las instalaciones, en el rack de pared, se colocó la tapa del organizador de cables y se puede apreciar en la figura 4.20



**Figura 4.60** Colocación de la tapa del organizador (canaleta)  
**Elaborado por:** El Autor

#### – Conexión de las terminales (Pc's) a la red LAN

Se realizó la conexión de las 24 terminales a la red LAN a través de las diferentes tomas instaladas en todo el laboratorio, como lo muestra la Figura 4.21.

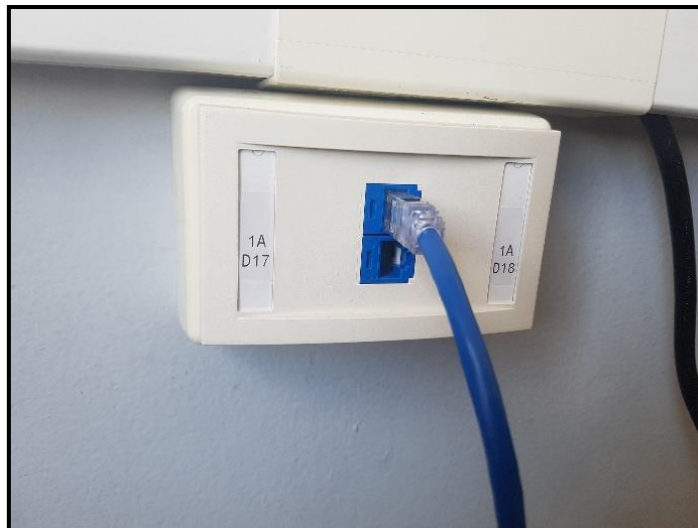


**Figura 4.71** Conexión de terminales a la red LAN  
**Elaborado por:** El Autor

#### 4.2.7 Rotulación

La rotulación adecuada es otro elemento importante para evitar una densidad en las conexiones en el armario de telecomunicaciones, mientras mejor sea el etiquetado, más fácil

será comprender las conexiones y acomodar las densidades altas de cableado; para el diseño de esta red se utilizó el termino 1A refiriéndose al armario de telecomunicaciones y D1, D2, D3, D4..., hasta llegar al terminal D25; la Figura 4.22 muestra un ejemplo.



**Figura 4.82** Rotulación  
**Elaborado por:** El Autor

### 4.3 Pruebas de Funcionamiento

Antes de realizar las pruebas del funcionamiento, se realizó una inspección visual de todos los elementos instalados a fin de verificar que estén organizados y funcionen correctamente.

#### 4.3.1 Prueba de Stack de protocolos

Comúnmente denominada como prueba de ping; sin embargo, su nombre real es “stack de protocolos, porque el comando ping se mueve desde la Capa 3 del Modelo OSI hasta la Capa 2 y luego hacia a la Capa 1. El ping utiliza el protocolo ICMP (Protocolo de mensajes de control de Internet) para comprobar la conectividad” (<http://cidecame.uaeh.edu.mx>, 2019).

Como se puede observar en la Figura 4.23 se realizó pruebas de conectividad a través del comando ping desde las computadoras hacia el Switch, con un tiempo de respuesta rápido de 1 ms.



```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - ping 192.168.1.1 -t
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64

```

**Figura 4.23** Pruebas Ping de conectividad  
Elaborado por: El Autor

En la figura 4.24 se muestra un envío de paquetes mediante el comando `tracert` o también conocido como `traceroute`, este comando muestra la ruta que toma el paquete hasta llegar a su destino. La ventaja del `tracert` sobre el comando `ping` es que permite ver a qué punto llega el paquete en el caso que exista un problema en la comunicación hacia el destino.

```

Administrador: Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.18362.295]
(c) 2019 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\WINDOWS\system32> tracert google.com

Traza a la dirección google.com [172.217.2.78]
sobre un máximo de 30 saltos:

  1  12 ms  <1 ms  <1 ms  192.168.1.1
  2  28 ms  17 ms  18 ms  81.100.42.186.static.anycast.cnt-grms.ec [186.42.100.81]
  3  19 ms  19 ms  19 ms  190.152.252.186
  4  21 ms  19 ms  20 ms  190.152.252.185
  5  77 ms  76 ms  76 ms  10.9.1.37
  6  75 ms  98 ms  76 ms  10.9.1.37
  7  88 ms  84 ms  84 ms  72.14.205.4
  8  *      *      *      Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
  9  76 ms  77 ms  75 ms  108.170.226.228
 10  85 ms  83 ms  84 ms  108.170.249.18
 11  77 ms  77 ms  76 ms  108.170.226.131
 12  82 ms  83 ms  84 ms  108.170.231.85
 13  89 ms  83 ms  84 ms  108.170.253.1
 14  83 ms  85 ms  89 ms  216.239.59.71
 15  76 ms  75 ms  75 ms  ord08s13-in-f14.1e100.net [172.217.2.78]

Traza completa.

C:\WINDOWS\system32>

```

**Figura 4.24** Pruebas comando `tracert`  
Elaborado por: El Autor

Se realizaron las respectivas pruebas de medición para la certificación, las pruebas realizadas se pueden apreciar en la figura 4.25.



**Figura 4.95** Medición de puntos de red  
**Elaborado por:** El Autor

La Figura 4.26 muestra los datos de reporte producido por el equipo Fluke DSX-5000 a todos los puntos de red, los mismos que se pueden observar con mayor detalle en el **Anexo “C”**.

Cable ID	Summary	Test Limit	Length	Headroom
D01	PASS	TIA Cat 6 Channel	48 ft	3.9 dB (NEXT)
D02	PASS	TIA Cat 6 Channel	48 ft	5.6 dB (NEXT)
D03	PASS	TIA Cat 6 Channel	43 ft	4.6 dB (NEXT)
D04	PASS	TIA Cat 6 Channel	43 ft	4.8 dB (NEXT)
D05	PASS	TIA Cat 6 Channel	39 ft	7.1 dB (NEXT)
D06	PASS	TIA Cat 6 Channel	39 ft	6.7 dB (NEXT)
D07	PASS	TIA Cat 6 Channel	34 ft	6.4 dB (NEXT)
D08	PASS	TIA Cat 6 Channel	34 ft	5.6 dB (NEXT)
D09	PASS	TIA Cat 6 Channel	43 ft	7.9 dB (NEXT)
D10	PASS	TIA Cat 6 Channel	43 ft	3.0 dB (NEXT)
D11	PASS	TIA Cat 6 Channel	37 ft	5.5 dB (NEXT)
D12	PASS	TIA Cat 6 Channel	37 ft	7.1 dB (NEXT)
D13	PASS	TIA Cat 6 Channel	32 ft	5.1 dB (NEXT)
D14	PASS	TIA Cat 6 Channel	33 ft	6.6 dB (NEXT)
D15	PASS	TIA Cat 6 Channel	29 ft	4.6 dB (NEXT)
D16	PASS	TIA Cat 6 Channel	29 ft	5.2 dB (NEXT)
D17	PASS	TIA Cat 6 Channel	13 ft	4.3 dB (NEXT)
D18	PASS	TIA Cat 6 Channel	13 ft	4.9 dB (NEXT)
D19	PASS	TIA Cat 6 Channel	18 ft	5.0 dB (NEXT)
D20	PASS	TIA Cat 6 Channel	18 ft	3.1 dB (NEXT)
D21	PASS	TIA Cat 6 Channel	24 ft	6.1 dB (NEXT)
D22	PASS	TIA Cat 6 Channel	24 ft	5.8 dB (NEXT)
D23	PASS	TIA Cat 6 Channel	30 ft	2.8 dB (NEXT)
D24	PASS	TIA Cat 6 Channel	30 ft	7.4 dB (NEXT)
D25	PASS	TIA Cat 6 Channel	33 ft	4.2 dB (NEXT)

**Figura 4.106** Reporte de medición de cables, categoría 6  
**Elaborado por:** El Autor

En la Figura 4.27 se puede observar el reporte de las mediciones realizadas por el equipo al cable D01, categoría 6, en el cual muestra un headroom (margen adicional en el ancho de banda máximo de la categoría anterior) de 3.9 dB, un tiempo de propagación de 74 ns, diferencia de retardo de 3 ns, longitud de 48 pies y un margen de pérdida de inserción de 30.3 dB Al “Anexo C”, muestra al detalle la medición de cada uno de los cables.

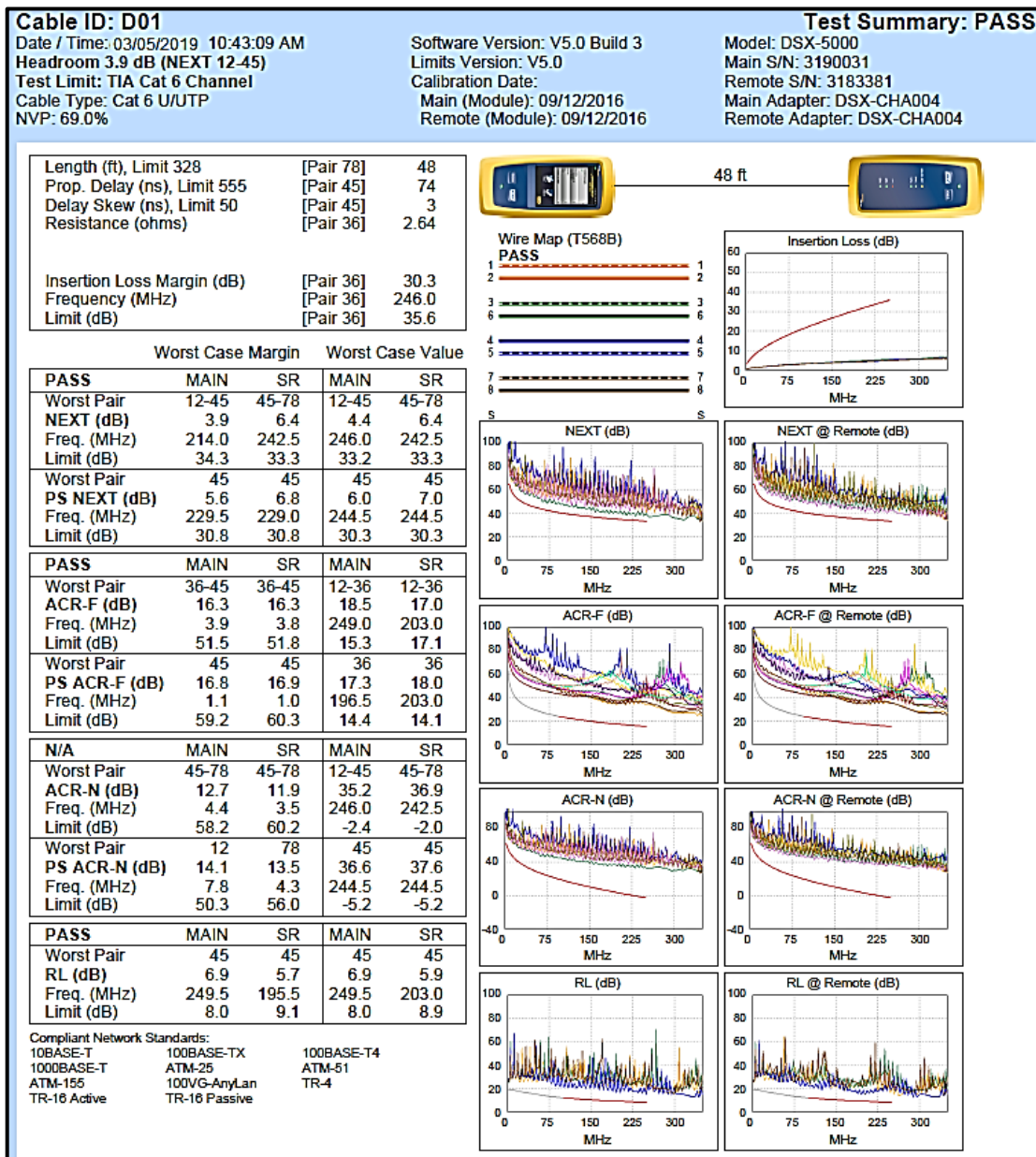


Figura 4.27 Reporte de medición de cable D01  
 Elaborado por: El Autor

En promedio, el margen de pérdida por inserción es de 31.60dB, como lo muestra la Figura 4.28

Insertion Loss Margin Summary				
Test Standard	Min	Max	Avg	Std Dev
TIA Cat 6 Channel	30.30	33.50	31.60	0.78
All	30.30	33.50	31.60	0.78

**Figura 4.28** Promedio de margen de pérdida por inserción  
**Elaborado por:** El Autor

#### 4.4 Análisis de resultados

Una vez revisado todas las conexiones realizadas en la red del laboratorio 304, basado en la normativa ANSI/TIA/EIA-568-B, que norma este tipo de instalación, se confirma que todo el cableado paso de manera eficiente el test de certificación.

El cambio de equipos y cableado de categoría 5e a la categoría 6 en el laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel mejoró notablemente la conectividad, esta mejora se produjo debido al aumento significativo en la capacidad y velocidad de transmisión de datos de 100 a 1000 Mbps y reestructuración de todo el cableado.

Se verifica que el nuevo sistema de cableado estructurado se encuentra en óptimas condiciones, puesto que de acuerdo a los valores registrados en la certificación cumplen con los aceptados por la norma internacional; el margen de pérdida por inserción en promedio es de 31.60dB, que está bajo de 36dB que es el valor máximo aceptado; el tiempo de propagación en promedio está muy por debajo del límite que es 555 ns , la diferencia de retardo está por debajo del límite que es 50 ns y en promedio la longitud es mucho menor al límite que es 48 ft.

La prueba de Stack de protocolos, denominada comúnmente como “prueba de ping” se realizó en todas las máquinas, con un tiempo de respuesta menor a un milisegundo, por lo que se comprueba que el tiempo de respuesta de envío de datos es muy rápida.

El peso promedio por página web en el 2014 era alrededor de 2MB, en el 2015 subió a 2.262 MB y al no tener indicativos de los años posteriores se asume un promedio de 2.5MB, en donde se incluyen imágenes, video, estilo de hojas, entre otros.

$$C_{web} = \frac{2.5 \text{ Mbytes}}{1 \text{ página}} * \frac{15 \text{ páginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} = 83.33 \text{ kbps}$$

Para las cámaras de video se tienen 3 valores de resolución en píxeles y en las cámaras utilizadas cada color se representa con 1 Byte (28 para rojo, 28 para verde y 28 para azul) por tanto un pixel equivale a 24 bits.

La capacidad de acuerdo con cada resolución se obtiene de la siguiente formula:

$$Capacidad = \frac{\# \text{ pixeles}}{\text{imagen}} * \frac{\# \text{ bits}}{1 \text{ pixel}} * \frac{1 \text{ imagen}}{1 \text{ seg}}$$

$$C1 = \frac{640 * 480 \text{ pixeles}}{1 \text{ imagen}} * \frac{24 \text{ bits}}{1 \text{ pixel}} * \frac{1 \text{ imagen}}{1 \text{ seg}} = 7.37 \text{ Mbps}$$

Para el cálculo del tráfico se considera una cámara que emplee el códec H.264 con una resolución de 1280 x 720 a 24fps, después de la compresión 2.34 Mbps. por cámara.

## CONCLUSIONES

- Luego de la investigación realizada en el presente proyecto se puede concluir que el estándar internacional aplicable para la implementación del cableado estructurado en el laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel, es el ANSI/TIA/EIA-568-B, el cual garantizó un adecuado diseño, que facilitó su posterior implementación.
- De acuerdo a los criterios técnicos de escalabilidad, disponibilidad y velocidad de transmisión, entre los componentes más importantes del sistema de cableado instalado, se determinó utilizar un switch TP-LINK TL-SG2452, con capacidad de 48 puertos, con administración basada en web y puertos SFP para integrar la red LAN del laboratorio con la red principal de fibra óptica de la Universidad, asimismo, para garantizar la velocidad se utilizó cable UTP de categoría 6 y un rack del tipo soporte de pared Beaucoup 8 UR.
- Se realizó el etiquetado y rotulación a todos los elementos pasivos y activos del sistema de cableado estructurado del laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel en base a la norma ANSI/TIA/EIA-606-A, lo cual permitirá identificar fácilmente a los estudiantes y al administrador de la red de la Universidad.
- Una vez realizada la implementación acorde a los requerimientos técnicos anteriormente expuestos, se realizaron las respectivas pruebas para su certificación, que está al cien por ciento de acuerdo con la normativa ANSI/TIA/EIA-568-B, ya que todas las conexiones no exceden los límites permitidos, resultados que garantizan el funcionamiento óptimo en el laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel.
- Con el diseño e implementación de cableado estructurado en el laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel, se garantiza un entorno de conexión certificado bajo la norma ANSI/TIA/EIA-568-B, y probado al 100 % debido a los resultados de la calidad de la certificación, lo cual facilitará y mejorará su aprendizaje teórico – práctico.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar mantenimiento preventivo al menos cada seis meses a todos los componentes de la red de datos del laboratorio 304 de la Universidad Tecnológica Israel, a fin de preservar los mismos y prolongar su vida útil.
- Asignar a un responsable para el mantenimiento y administración de la red de información, el cual deberá ser un técnico calificado, quien podrá realizar modificaciones en el futuro o agregar nuevos dispositivos a la red, para lo cual puede tomar como guía de primera mano la información del presente documento, así como las normas establecidas para el efecto, además deberá llevar un registro o historial de todos los cambios y mantenimientos realizados.
- Concienciar a los docentes y estudiantes que utilizan el laboratorio 304, con énfasis en el uso adecuado de los recursos tecnológicos instalados en la red LAN de este a fin prolongar la vida útil del equipamiento y cableado.
- En el caso que a la red sufra alguna modificación se debe realizar una certificación de los cables, por lo que si se va a realizar un pool de cambios estos deben realizarse completamente antes de realizar la certificación mencionada.

## BIBLIOGRAFÍA

- Academia de Networking de Cisco Systems. (2014). *Guía del primer año CCNA 1 y 2*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S. A.
- Academia de Networking de Cisco Systems. (2014). *Guía del segundo año, CCNA 3 y 4*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Alonso, N. O. (2007). *Sistemas de Cableado Estructurado*. Madrid: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S. A.
- Andreu, J. (2011). *Redes Locales*. Madrid: Editex.
- ANSI. (2019). *American National Standards Institute*. Obtenido de <https://www.ansi.org/>
- Autodesk. (2019). *Autocad*. Obtenido de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview>
- Beas, J., & José, G. (2019). *Instalación y mantenimiento de redes para transmisión de datos*.
- Behrouz, A. (2002). *Transmisión de datos y redes de comunicaciones*. Madrid: Mc. Graw Hill.
- Cabezas, D., & Sánchez, E. (2011). *Infraestructuras comunies de telecomunicacion en viviendas y edificios*. Madrid, España: Copibook.
- Casillas, G., & Ricardo, D. (2009). *Rede de Computador, Tipos y Topologias*. Obtenido de <http://redestipostopologias.blogspot.com/2009/03/topologia-de-redes.html>
- Castellón, A. (2017). *Cableado Estructurado "Norma EIA TIA 568"*. Colombia.
- Chen, J. (02 de Junio de 2015). *Apac Opto Electronics Inc*. Obtenido de <http://apacoe.weebly.com/conocimiento/que-es-la-fibra-optica>
- CISCO. (2015). *Centros Comunitarios de Aprendizaje*. Obtenido de [http://cca.org.mx/profesores/abc/pdfs/cisco/cisco\\_5.pdf](http://cca.org.mx/profesores/abc/pdfs/cisco/cisco_5.pdf)
- CISCO. (29 de Mayo de 2019). <https://www.cisco.com>. Obtenido de <https://www.cisco.com/https://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/catalyst-2960s-48lps-l-switch/model.html#~tab-documents>
- CISCO Networking Academy. (2010). *Cisco Packet Tracer*. Obtenido de [https://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/training-events/netacad/course\\_catalog/docs/Cisco\\_PacketTracer\\_DS.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en_us/training-events/netacad/course_catalog/docs/Cisco_PacketTracer_DS.pdf)
- CISSET . (08 de 2019). *Red LAN - Local Area Network*. Obtenido de Centro de Innovación y Soluciones Empresariales y Tecnológicas: <https://www.ciset.es/glosario/472-red-lan>
- Coello, D. (Agosto de 2018). "Implementación de la Red de Datos para veinticuatro computadoras en el laboratorio 4-07 de la sede matriz de la Universidad Israel". Quito, Pichincha, Ecuador.
- Culturacion. (20 de 08 de 2019). *¿Qué es una re Wan?* Obtenido de <https://culturacion.com/que-es-una-red-wan-i/>



- DGTIC. (2017). *Dirección General de Tecnologías de la Información y Comunicación de Tabasco, México*. Obtenido de <https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/Manual-para-aplicar-la-norma-TIA-EIA-para-Cableado-Estructurado.pdf>
- Fernández, G. (2012). *TOPOLOGÍAS FÍSICAS DE RED*. Obtenido de <https://gustavo2792.wordpress.com/tag/topologias/>
- FINISAR. (2019). Obtenido de <https://www.finisar.com/optical-transceivers/ftlx1772m3bcl>
- FIUBA. (2017). *Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires*. Obtenido de [http://materias.fi.uba.ar/6679/apuntes/CABLEADO\\_ESTRUC.pdf](http://materias.fi.uba.ar/6679/apuntes/CABLEADO_ESTRUC.pdf)
- Gobierno del Estado de Tabasco. (2017). *GUIA PARA APLICAR LA NORMA TIA/EIA 568 PARA CABLEADO ESTRUCTURADO*. Tabasco: Dirección General de Tecnologías de la Información y Comunicaciones.
- Gumiel, F. (26 de Junio de 2017). *Telecable*. Obtenido de <https://www.telecable.com/blog/diferencias-entre-cable-utp-stp-y-ftp/1374>
- <http://cidecame.uaeh.edu.mx>. (7 de agosto de 2019). *Uso de Utilidades Comunes para Verificar la Conectividad de Red Entre Host*.
- iesharia. (2018). Obtenido de <https://smr.iesharia.org/wiki/doku.php/rde:ut2:sce:criterios>
- Informática moderna. (2017). *Informática moderna*. Obtenido de [http://www.informaticamoderna.com/Patch\\_panel.htm](http://www.informaticamoderna.com/Patch_panel.htm)
- IONOS. (18 de JULIO de 2019). *Conoce los tipos de redes más importantes*. Obtenido de Digital Guide: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/los-tipos-de-redes-mas-conocidos/>
- Joskowicz, J. (2009). *Cableado Estructurado*. Montevideo, Uruguay.
- KAPS. (2019). Obtenido de <https://www.kaps.cl/2019/04/22/certificacion-de-red-cat6-apoyo-a-empresas-con-enlace-fibra-optica-e-integracion-de-servicios-de-telecomunicaciones/>
- Linares, K. (Mayo de 2017). Obtenido de <https://kevinlinares.blogspot.com/2017/05/acceso-a-la-red-Medios-de-red-Cableado-de-cobre.html>
- MAC3. (06 de 03 de 2016). *RED PAN*. Obtenido de <http://mac3redpan.blogspot.com/>
- Meden, J. (2015). *IEE 802.11ac*. Asunción, Paraguay.
- MEDIUM. (2018). *ineverycrea*. Obtenido de <https://ineverycrea.net/comunidad/ineverycrea/debate/switch-gigabit-puerto-sfp-vs-puerto-rj45-vs/0fe4aeff-c3b3-a643-2b09-c8b7dde4cfa7>
- Microsoft. (2019). *Microsoft Project*. Obtenido de <https://products.office.com/es/project/project-and-portfolio-management-software>
- Misc Ingeniería. (2019). *Certificación de cableado estructurado*. Obtenido de <http://www.misecingenieria.cl/cableado-estructurado/certificacion-de-red.html>
- Moro, M. (2013). *Infraestructuras de redes de datos y sistemas de telefonía*. Madrid, España: Paraninfo.

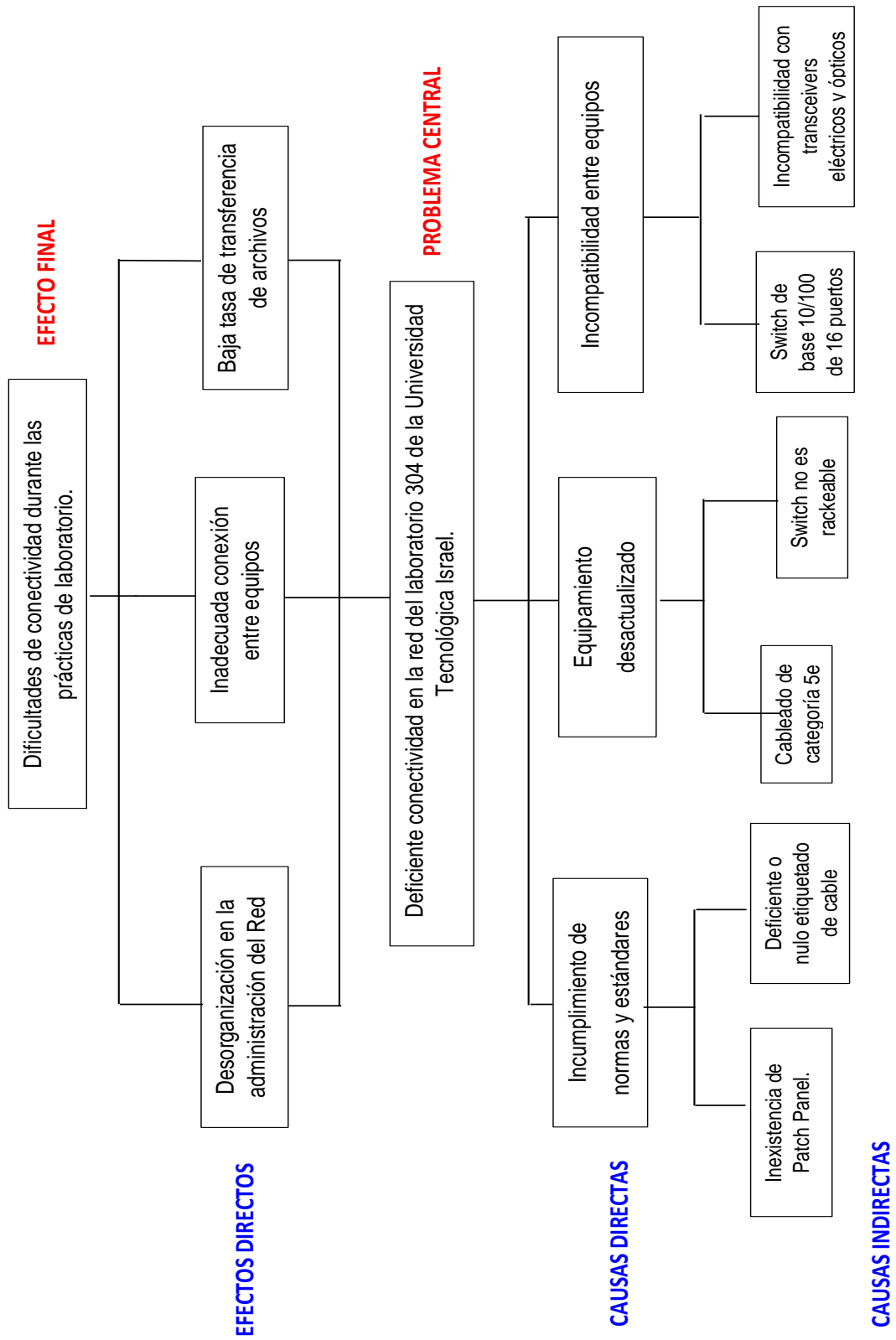
- Netexpertos. (2019). Obtenido de <https://www.netexpertos.cl/conectores-rj45-utp>
- Noticias Cisco. (15 de Mayo de 2017). *Noticias Cisco*. Obtenido de <https://noticiascisco.blogspot.com/2017/05/transceiver-optico.html>
- OPTYTECH. (Junio de 2019). Obtenido de <https://www.optytech.com.ec/fibra-optica/patch-cord-lc-upc-lc-upc-om3.html>
- Recursos Tecnológicos. (2019). Obtenido de <http://www.recursos-tecnologicos.com/rack/338-soporte-de-pared-i-1035-8-ur-365x514x253.html>
- Reporte Digital. (05 de 2019). *Que es una red WAN*. Obtenido de <https://reportedigital.com/negocios/tecnologia/que-es-una-red-wan/>
- Sanchez, X., Zaballos, A., & Salas, S. (2012). *Guía de Sistemas de Cableado Estructurado*. Barcelona, España: Ediciones Experiencia.
- SIEMON. (Diciembre de 2005). *NETWORK CABLING SOLUTIONS*. Obtenido de El Área de Trabajo Adecuada. Ahorros Cuestionables: [https://www.siemon.com/la/company/press\\_releases/05-12-01\\_Adecuada.asp](https://www.siemon.com/la/company/press_releases/05-12-01_Adecuada.asp)
- SISTEMAS MASTER MAGAZINE. (20 de 08 de 2019). *Definición de MAN*. Obtenido de <https://sistemas.com/man.php>
- Stallings, W. (2001). *Comunicaciones y Redes de Computadores 6ta Edición*. Madrid: Prentice Hall.
- Tanenbaum, A. S. (2003). *Redes de computadoras*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Tanenbaum, A., & David, W. (2012). *Redes de computadoras*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.
- TelyPc.com. (2019). *Cableado estructurado*. Obtenido de <http://www.telypc.com/cableado.html>
- Topologías de Red. (20 de 08 de 2019). *Conceptos de Red*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/wikitorpored/system/app/pages/sitemap/hierarchy>
- Torres, A. (2017). *Interpolados*. Obtenido de <https://interpolados.wordpress.com/2017/03/01/comparacion-entre-el-modelo-osi-y-el-modelo-tcpip/>
- tp-link. (29 de Mayo de 2019). <https://www.tp-link.com>. Obtenido de <https://www.tp-link.com/ve/business-networking/smart-switch/tl-sg2452/#specifications>: <https://www.tp-link.com/ve/business-networking/smart-switch/tl-sg2452/#specifications>
- UNICEN. (2016). *Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*. Obtenido de <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/comdat1/material/ElmodeloOSI.pdf>
- utez.edu.mx. (2019). *Tipos de diafonía*. Obtenido de [http://www.utez.edu.mx/curriculas/ccna1\\_ES/CHAPID=knet-1072827538406/RLOID=knet-1073324782187/RIOID=knet-1073324782890/knet/1072827538406/content.html](http://www.utez.edu.mx/curriculas/ccna1_ES/CHAPID=knet-1072827538406/RLOID=knet-1073324782187/RIOID=knet-1073324782890/knet/1072827538406/content.html)

- 
- UTNFRC. (2016). *Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional de Cordova*.  
Obtenido de [http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ingcura/Archivos\\_COM/ModeloOSI.pdf](http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ingcura/Archivos_COM/ModeloOSI.pdf)
- Valarezo, J. (mayo de 2015). *Diseno de Red para la empresa Redinco*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Ecuador
- Vargas, A. (2014). *Sistemas de Fibra Óptica*. Ica.

# ANEXOS

## ANEXO "A"

### ÁRBOL DEL PROBLEMA



## ANEXO "B"

### SITUACIÓN DEL LABORATORIO ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN

**Switch 3COM en malas condiciones**



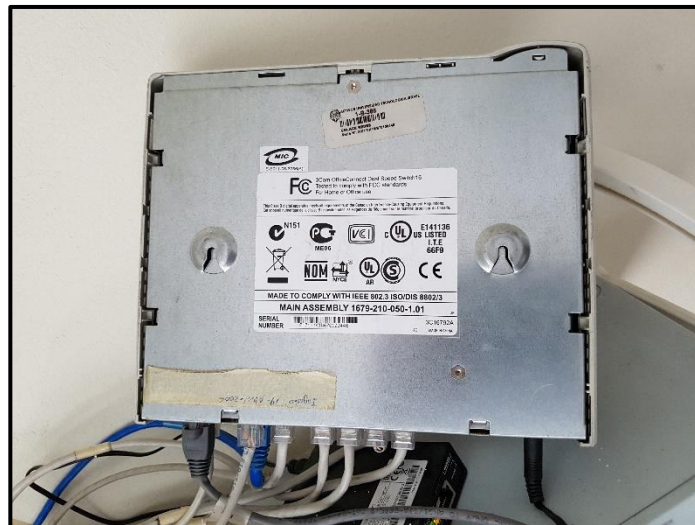
**Cableado y canaletas en mal estado**



## Falta de protección de cableado



## Equipamiento antiguo



## ANEXO "C"

### CERTIFICACIONES DE CABLES

#### D01



**Cable ID: D01**

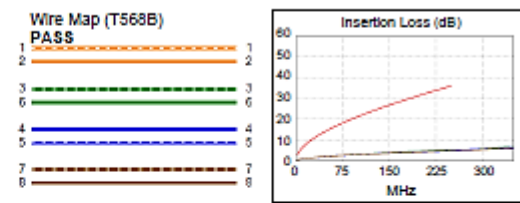
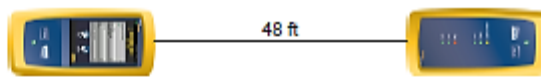
Date / Time: 03/10/2019 10:43:09 AM  
 Headroom 3.9 dB (NEXT 12-45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

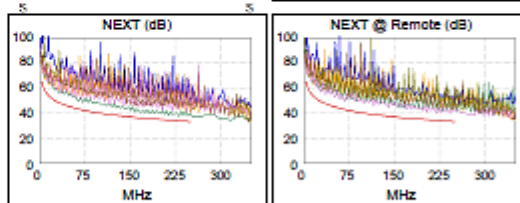
**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

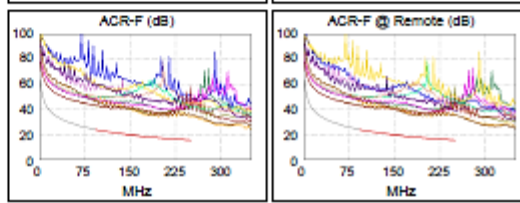
Length (ft), Limit 328	[Pair 78]	48
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 45]	74
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 45]	3
Resistance (ohms)	[Pair 36]	2.64
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	30.3
Frequency (MHz)	[Pair 36]	246.0
Limit (dB)	[Pair 36]	35.6



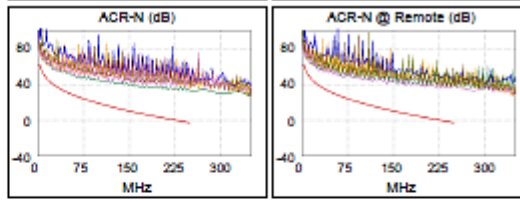
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	45-78	12-45	45-78
NEXT (dB)	3.9	6.4	4.4	6.4
Freq. (MHz)	214.0	242.5	246.0	242.5
Limit (dB)	34.3	33.3	33.2	33.3
Worst Pair	45	45	45	45
PS NEXT (dB)	5.6	6.8	6.0	7.0
Freq. (MHz)	229.5	229.0	244.5	244.5
Limit (dB)	30.8	30.8	30.3	30.3



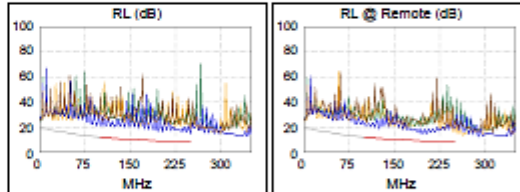
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-45	36-45	12-36	12-36
ACR-F (dB)	16.3	16.3	18.5	17.0
Freq. (MHz)	3.9	3.8	249.0	203.0
Limit (dB)	51.5	51.8	15.3	17.1
Worst Pair	45	45	36	36
PS ACR-F (dB)	16.8	16.9	17.3	18.0
Freq. (MHz)	1.1	1.0	196.5	203.0
Limit (dB)	59.2	60.3	14.4	14.1



N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45-78	45-78	12-45	45-78
ACR-N (dB)	12.7	11.9	35.2	36.9
Freq. (MHz)	4.4	3.5	246.0	242.5
Limit (dB)	58.2	60.2	-2.4	-2.0
Worst Pair	12	78	45	45
PS ACR-N (dB)	14.1	13.5	36.6	37.6
Freq. (MHz)	7.8	4.3	244.5	244.5
Limit (dB)	50.3	56.0	-5.2	-5.2



PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	6.9	5.7	6.9	5.9
Freq. (MHz)	249.5	195.5	249.5	203.0
Limit (dB)	8.0	9.1	8.0	8.9



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 1000BASE-T      ATM-25      ATM-S1  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-16 Active      TR-16 Passive

LinkWare™ PC Version 9.7



D02



**Cable ID: D02**

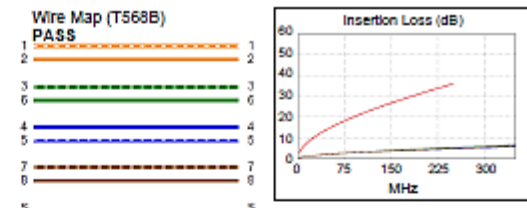
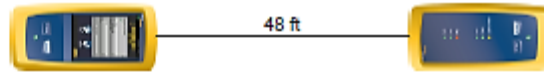
Date / Time: 03/05/2019 10:43:46 AM  
 Headroom 5.6 dB (NEXT 12-45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 78]	48
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 45]	74
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 45]	3
Resistance (ohms)	[Pair 45]	2.83
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	30.3
Frequency (MHz)	[Pair 36]	245.5
Limit (dB)	[Pair 36]	35.6



**Worst Case Margin Worst Case Value**

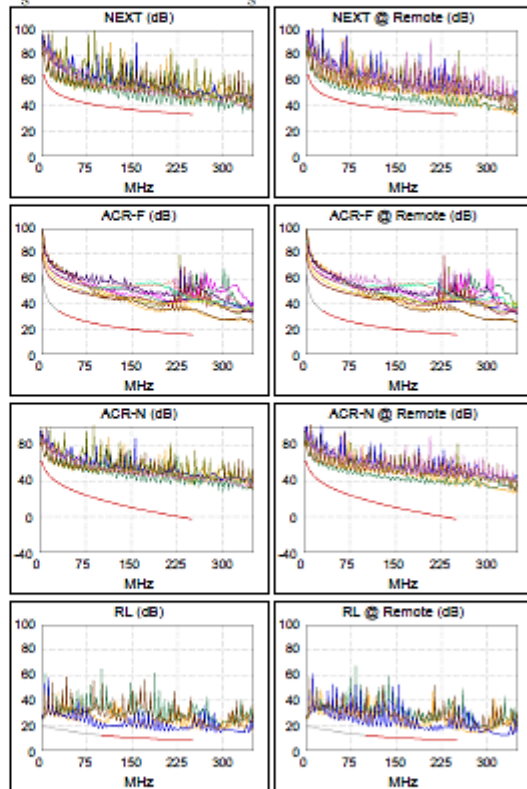
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-45	12-45	12-45	12-45
NEXT (dB)	6.7	5.6	6.8	5.6
Freq. (MHz)	214.5	238.0	238.0	238.0
Limit (dB)	34.3	33.5	33.5	33.5
Worst Pair	45	12	45	12
PS NEXT (dB)	8.3	7.8	8.3	7.8
Freq. (MHz)	238.0	248.5	238.0	248.5
Limit (dB)	30.5	30.2	30.5	30.2

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-36	36-12	12-36	12-36
ACR-F (dB)	16.3	16.6	16.4	18.2
Freq. (MHz)	195.0	195.0	195.5	243.0
Limit (dB)	17.5	17.5	17.4	15.5
Worst Pair	36	12	36	12
PS ACR-F (dB)	18.1	18.3	18.2	18.5
Freq. (MHz)	195.0	187.5	195.5	195.5
Limit (dB)	14.5	14.8	14.4	14.4

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>N/A</b>				
Worst Pair	12-36	12-36	12-45	12-36
ACR-N (dB)	13.0	14.5	37.0	37.1
Freq. (MHz)	7.3	7.4	238.0	249.5
Limit (dB)	53.5	53.3	-1.4	-2.8
Worst Pair	36	36	12	12
PS ACR-N (dB)	13.0	13.9	39.5	38.7
Freq. (MHz)	7.0	7.0	247.5	248.5
Limit (dB)	51.3	51.3	-5.5	-5.6

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	5.7	6.4	7.0	6.4
Freq. (MHz)	101.0	195.5	217.5	195.5
Limit (dB)	12.0	9.1	8.6	9.1

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 1000BASE-T      ATM-25      ATM-51  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-15 Active      TR-15 Passive



LinkWare™ PC Version 9.7

D03



**Cable ID: D03**

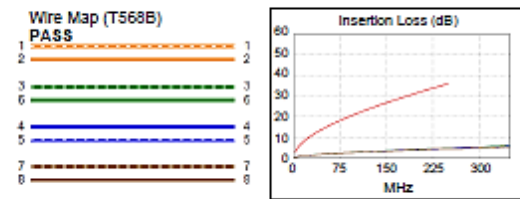
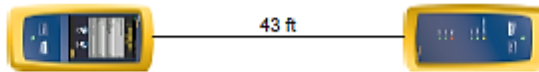
Date / Time: 03/05/2019 10:44:15 AM  
 Headroom 4.6 dB (NEXT 36-45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 78]	43
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 45]	66
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	2
Resistance (ohms)	[Pair 12]	2.43
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	31.0
Frequency (MHz)	[Pair 36]	249.0
Limit (dB)	[Pair 36]	35.9



**Worst Case Margin Worst Case Value**

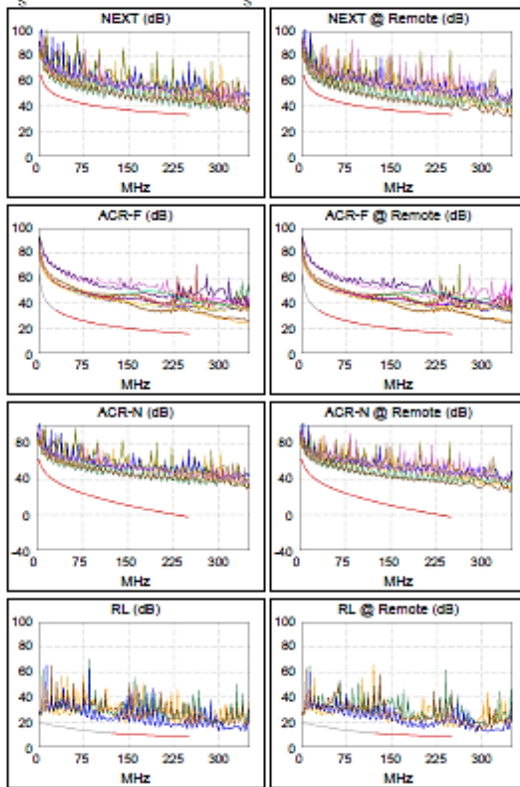
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	36-45	12-45	36-45
NEXT (dB)	5.8	4.6	5.8	4.6
Freq. (MHz)	242.0	248.5	242.0	248.5
Limit (dB)	33.4	33.2	33.4	33.2
Worst Pair	45	45	45	45
PS NEXT (dB)	6.8	5.8	6.8	5.8
Freq. (MHz)	250.0	249.5	250.0	249.5
Limit (dB)	30.2	30.2	30.2	30.2

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	12-36	12-36
ACR-F (dB)	15.4	15.3	16.3	16.1
Freq. (MHz)	193.5	192.5	221.0	219.5
Limit (dB)	17.5	17.6	16.4	16.4
Worst Pair	12	12	12	12
PS ACR-F (dB)	16.8	16.8	17.6	17.5
Freq. (MHz)	192.5	193.5	219.5	221.0
Limit (dB)	14.6	14.5	13.4	13.4

N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	12-45	36-45
ACR-N (dB)	14.8	15.0	37.6	36.0
Freq. (MHz)	8.0	2.3	250.0	248.5
Limit (dB)	52.5	61.9	-2.8	-2.7
Worst Pair	12	12	45	45
PS ACR-N (dB)	14.9	15.4	38.3	37.2
Freq. (MHz)	8.6	9.3	250.0	249.5
Limit (dB)	49.2	48.5	-5.8	-5.7

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	7.1	6.0	7.2	6.0
Freq. (MHz)	202.5	202.0	247.0	202.0
Limit (dB)	8.9	8.9	8.1	8.9

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 1000BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-15 Active TR-15 Passive



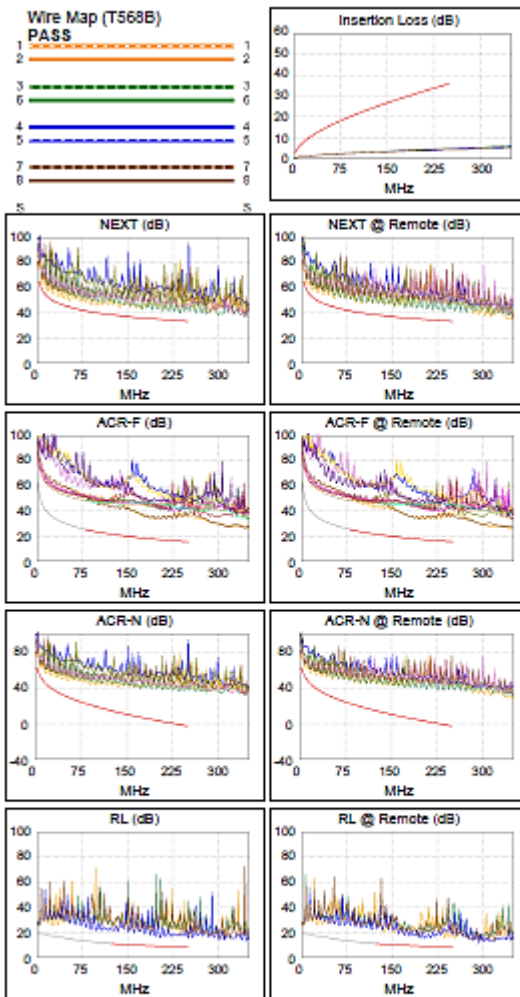
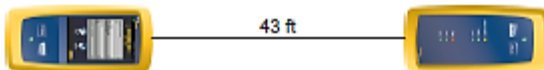
LinkWare™ PC Version 9.7

# D04



<b>Cable ID: D04</b>		<b>Test Summary: PASS</b>	
Date / Time: 03/05/2019 10:44:35 AM	Software Version: V5.0 Build 3	Model: DSX-5000	
Headroom 4.8 dB (NEXT 12-36)	Limits Version: V5.0	Main S/N: 3190031	
Test Limit: TIA Cat 6 Channel	Calibration Date:	Remote S/N: 3183381	
Cable Type: Cat 6 U/UTP	Main (Module): 09/12/2016	Main Adapter: DSX-CHA004	
NVP: 69.0%	Remote (Module): 09/12/2016	Remote Adapter: DSX-CHA004	

Length (ft), Limit 328	[Pair 12]	43
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 45]	66
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 45]	2
Resistance (ohms)	[Pair 12]	2.39
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	31.1
Frequency (MHz)	[Pair 36]	250.0
Limit (dB)	[Pair 36]	35.9



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-36	12-36	12-45	12-45
NEXT (dB)	4.8	5.4	6.5	7.7
Freq. (MHz)	17.0	9.0	236.0	236.0
Limit (dB)	52.8	57.3	33.5	33.5
Worst Pair	36	36	45	12
PS NEXT (dB)	5.9	6.4	8.1	9.7
Freq. (MHz)	16.8	9.0	235.5	236.0
Limit (dB)	50.3	54.8	30.6	30.6
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-36	12-36	12-36	12-36
ACR-F (dB)	15.8	16.0	15.8	16.0
Freq. (MHz)	194.5	204.0	194.5	204.0
Limit (dB)	17.5	17.1	17.5	17.1
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-F (dB)	18.4	18.2	18.4	18.2
Freq. (MHz)	194.5	204.0	194.5	204.0
Limit (dB)	14.5	14.1	14.5	14.1
<b>N/A</b>				
Worst Pair	12-36	12-36	12-45	12-45
ACR-N (dB)	10.1	10.5	37.0	38.2
Freq. (MHz)	8.0	8.3	236.0	236.0
Limit (dB)	52.5	52.2	-1.2	-1.2
Worst Pair	36	36	45	12
PS ACR-N (dB)	10.9	11.4	38.6	39.8
Freq. (MHz)	8.1	7.8	235.5	236.0
Limit (dB)	49.8	50.3	-4.1	-4.1
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	6.9	6.0	7.5	6.0
Freq. (MHz)	204.0	204.0	249.5	204.0
Limit (dB)	8.9	8.9	8.0	8.9

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 1000BASE-T      ATM-25      ATM-51  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-15 Active      TR-15 Passive

LinkWare™ PC Version 9.7

# D05



**Cable ID: D05**

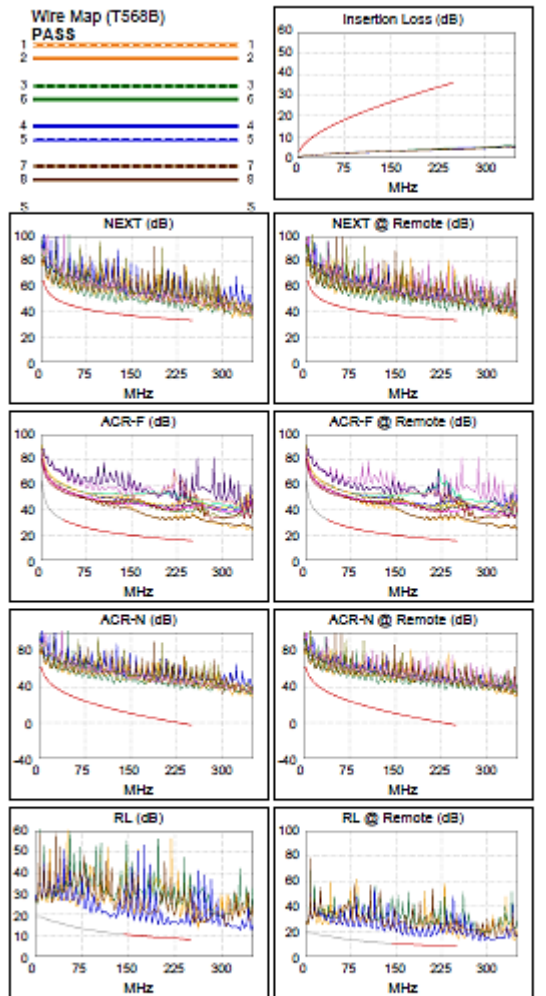
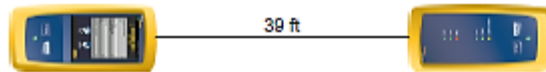
Date / Time: 03/05/2019 10:45:00 AM  
 Headroom 7.1 dB (NEXT 12-45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 78]	39
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 45]	60
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	2
Resistance (ohms)	[Pair 12]	2.21
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	31.1
Frequency (MHz)	[Pair 36]	247.5
Limit (dB)	[Pair 36]	35.7



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	12-45	12-45	12-45
NEXT (dB)	7.1	7.3	7.1	7.3
Freq. (MHz)	232.5	232.5	232.5	232.5
Limit (dB)	33.7	33.7	33.7	33.7
Worst Pair	45	36	45	45
PS NEXT (dB)	8.7	9.1	8.7	9.3
Freq. (MHz)	232.5	18.5	232.5	233.0
Limit (dB)	30.7	49.5	30.7	30.7
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	12-36	12-36
ACR-F (dB)	14.6	14.6	14.7	14.6
Freq. (MHz)	196.0	205.5	206.0	205.5
Limit (dB)	17.4	17.0	17.0	17.0
Worst Pair	12	36	12	36
PS ACR-F (dB)	17.3	16.9	17.6	17.5
Freq. (MHz)	206.0	205.5	216.0	225.5
Limit (dB)	14.0	14.0	13.6	13.2
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	12-45	12-45
ACR-N (dB)	14.4	14.2	37.8	38.0
Freq. (MHz)	9.1	2.8	232.5	232.5
Limit (dB)	51.2	61.6	-0.8	-0.8
Worst Pair	36	36	12	12
PS ACR-N (dB)	14.6	14.6	39.3	39.8
Freq. (MHz)	9.3	9.1	232.5	233.0
Limit (dB)	48.5	48.6	-3.7	-3.8
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	5.8	6.1	5.8	6.1
Freq. (MHz)	207.5	198.0	207.5	198.0
Limit (dB)	8.8	9.0	8.8	9.0

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 1000BASE-T      ATM-25      ATM-51  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-16 Active      TR-16 Passive

LinkWare™ PC Version 9.7

# D06



<b>Cable ID: D06</b>		<b>Test Summary: PASS</b>	
Date / Time: 03/05/2019 10:45:16 AM	Software Version: V5.0 Build 3	Model: DSX-5000	
Headroom 6.7 dB (NEXT 36-45)	Limits Version: V5.0	Main S/N: 3190031	
Test Limit: TIA Cat 6 Channel	Calibration Date:	Remote S/N: 3183381	
Cable Type: Cat 6 U/UTP	Main (Module): 09/12/2016	Main Adapter: DSX-CHA004	
NVP: 69.0%	Remote (Module): 09/12/2016	Remote Adapter: DSX-CHA004	

Length (ft), Limit 328	[Pair 78]	39		
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 45]	60		
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	2		
Resistance (ohms)	[Pair 36]	2.21		
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	31.1		
Frequency (MHz)	[Pair 36]	247.0		
Limit (dB)	[Pair 36]	35.7		

	Worst Case Margin		Worst Case Value	
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	36-45	12-45	36-45
NEXT (dB)	9.5	6.7	9.7	6.9
Freq. (MHz)	211.0	231.5	221.5	241.5
Limit (dB)	34.4	33.7	34.0	33.4
Worst Pair	45	36	45	36
PS NEXT (dB)	9.5	8.5	10.1	8.5
Freq. (MHz)	221.5	242.0	250.0	242.0
Limit (dB)	31.1	30.4	30.2	30.4

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-36	12-36	36-12	12-36
ACR-F (dB)	14.5	14.5	14.7	14.5
Freq. (MHz)	195.0	216.0	216.0	216.0
Limit (dB)	17.5	16.6	16.6	16.6
Worst Pair	12	36	12	36
PS ACR-F (dB)	17.1	16.8	17.2	16.8
Freq. (MHz)	196.0	216.0	216.0	216.0
Limit (dB)	14.4	13.6	13.6	13.6

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>N/A</b>				
Worst Pair	12-36	12-36	36-45	36-45
ACR-N (dB)	15.0	14.4	42.5	38.1
Freq. (MHz)	2.5	2.3	250.0	241.5
Limit (dB)	61.8	61.9	-2.8	-1.8
Worst Pair	36	36	45	36
PS ACR-N (dB)	16.6	16.5	41.9	39.5
Freq. (MHz)	2.4	2.9	250.0	242.0
Limit (dB)	58.9	58.6	-5.8	-4.9

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12	45	45	45
RL (dB)	7.6	7.0	7.9	7.0
Freq. (MHz)	140.0	188.0	248.5	188.0
Limit (dB)	10.5	9.3	8.0	9.3

Compliant Network Standards:

10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
1000BASE-T	ATM-25	ATM-51
ATM-155	100VG-AnyLan	TR-4
TR-15 Active	TR-15 Passive	

# D07



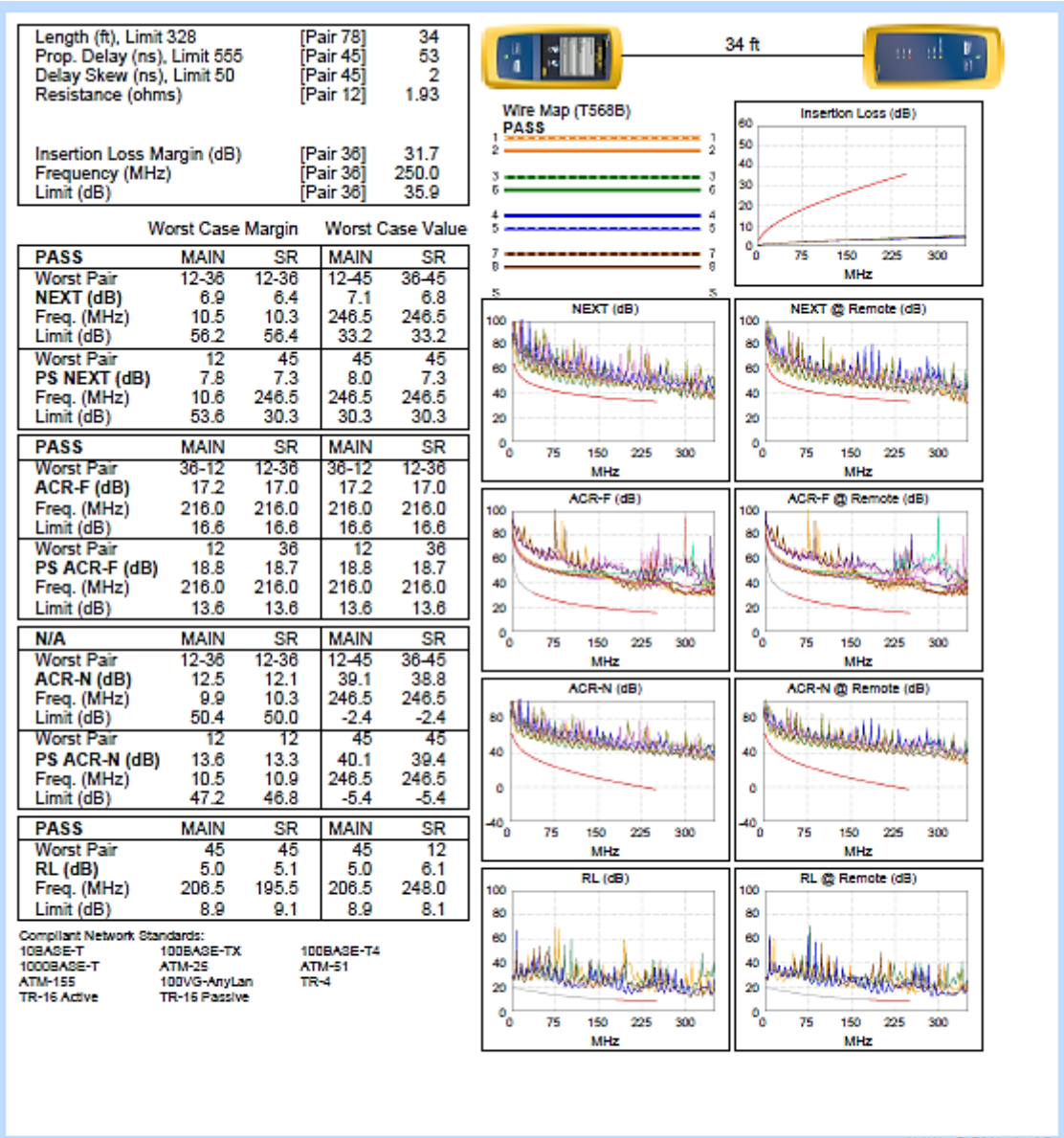
## Cable ID: D07

Date / Time: 03/05/2019 10:45:40 AM  
 Headroom 6.4 dB (NEXT 12-36)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

## Test Summary: PASS

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004



# D08



**Cable ID: D08**

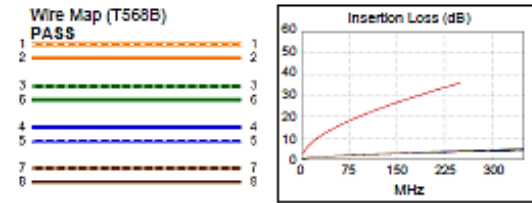
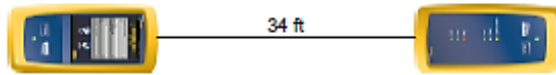
Date / Time: 03/05/2019 10:46:08 AM  
 Headroom 5.6 dB (NEXT 12-45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 12]	34
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 45]	52
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	1
Resistance (ohms)	[Pair 36]	1.96
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	31.8
Frequency (MHz)	[Pair 36]	250.0
Limit (dB)	[Pair 36]	35.9



**Worst Case Margin Worst Case Value**

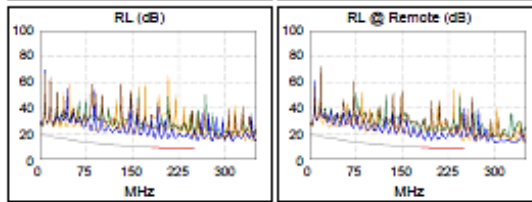
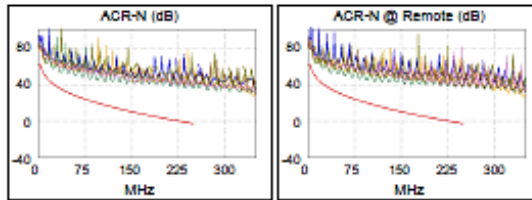
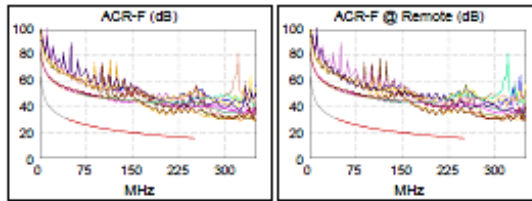
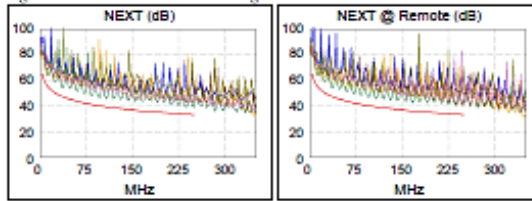
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-45	12-45	12-45	12-45
NEXT (dB)	5.6	6.1	5.8	7.1
Freq. (MHz)	236.5	106.5	248.5	237.0
Limit (dB)	33.5	39.5	33.2	33.5
Worst Pair	45	45	45	45
PS NEXT (dB)	6.5	7.1	6.9	7.1
Freq. (MHz)	236.5	237.0	249.0	237.0
Limit (dB)	30.6	30.6	30.2	30.6

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-36	36-12	12-36	36-12
ACR-F (dB)	16.2	16.4	16.2	16.4
Freq. (MHz)	204.0	204.0	204.0	204.0
Limit (dB)	17.1	17.1	17.1	17.1
Worst Pair	36	12	36	36
PS ACR-F (dB)	18.2	18.6	18.7	19.1
Freq. (MHz)	204.0	204.0	215.5	216.5
Limit (dB)	14.1	14.1	13.6	13.5

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>N/A</b>				
Worst Pair	12-36	12-36	12-45	12-45
ACR-N (dB)	13.8	14.2	38.0	38.4
Freq. (MHz)	10.4	10.1	248.5	237.0
Limit (dB)	49.9	50.1	-2.7	-1.3
Worst Pair	12	12	45	45
PS ACR-N (dB)	13.9	14.0	39.1	39.9
Freq. (MHz)	10.9	11.0	249.0	249.0
Limit (dB)	46.8	46.7	-5.7	-5.7

	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	45	45	12
RL (dB)	7.0	5.8	7.3	6.0
Freq. (MHz)	208.0	197.0	245.0	249.0
Limit (dB)	8.8	9.1	8.1	8.0

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-15 Active TR-15 Passive

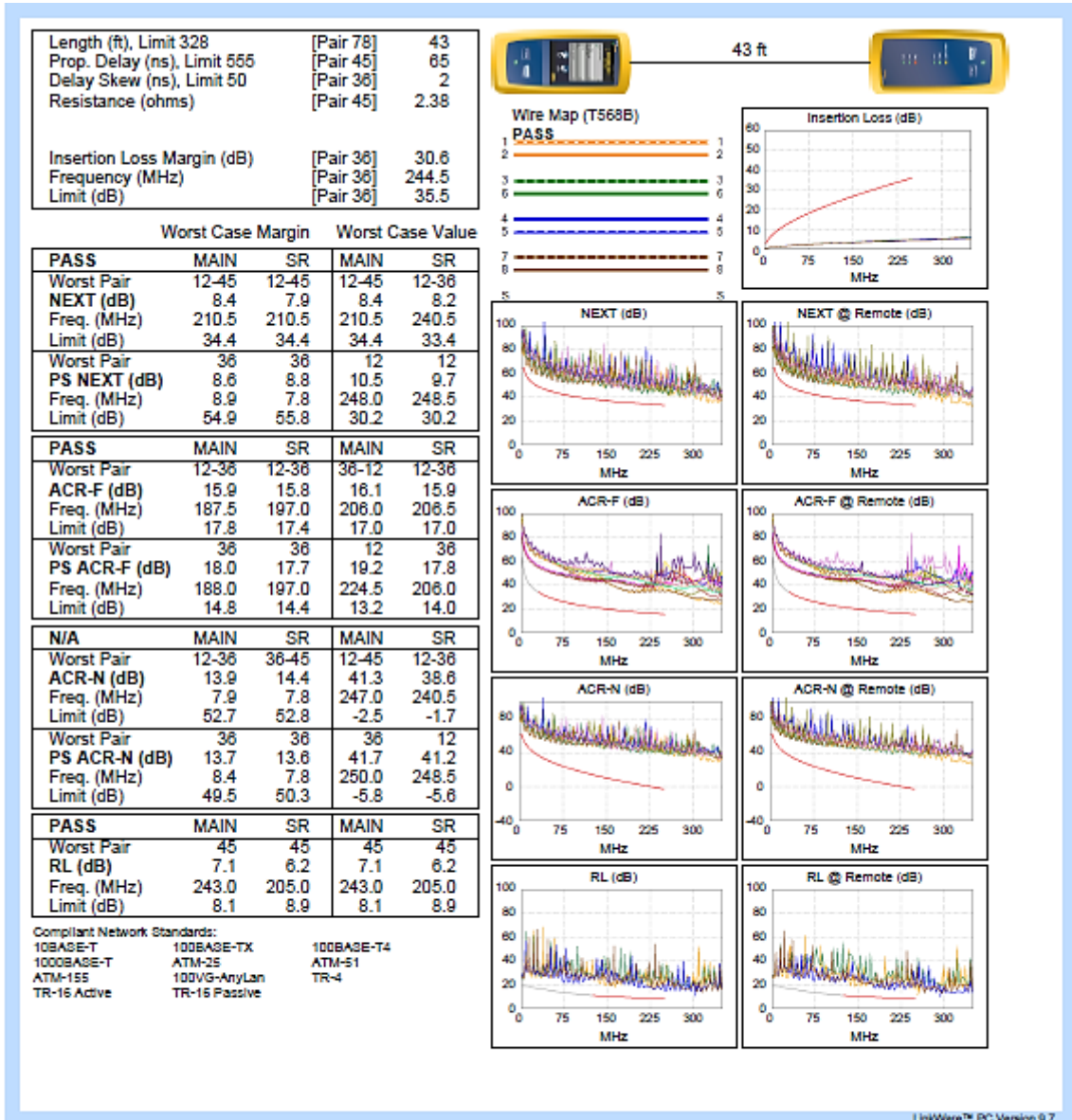


LinkWare™ PC Version 9.7

# D09



<b>Cable ID: D09</b>		<b>Test Summary: PASS</b>	
Date / Time: 03/05/2019 10:46:48 AM	Operator: ING. GABRIELA LOPEZ	Model: DSX-5000	
Headroom 7.9 dB (NEXT 12-45)	Software Version: V5.0 Build 3	Main S/N: 3190031	
Test Limit: TIA Cat 6 Channel	Limits Version: V5.0	Remote S/N: 3183381	
Cable Type: Cat 6 U/UTP	Calibration Date:	Main Adapter: DSX-CHA004	
NVP: 69.0%	Main (Module): 09/12/2016	Remote Adapter: DSX-CHA004	
	Remote (Module): 09/12/2016		





# D10



**Cable ID: D10**

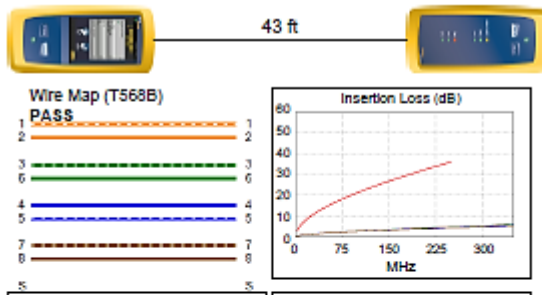
Date / Time: 03/05/2019 10:47:08 AM  
 Headroom 3.0 dB (NEXT 12-45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Operator: ING. GABRIELA LOPEZ  
 Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 78]	43
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 45]	65
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	2
Resistance (ohms)	[Pair 45]	2.38
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	31.1
Frequency (MHz)	[Pair 36]	250.0
Limit (dB)	[Pair 36]	35.9



**Worst Case Margin Worst Case Value**

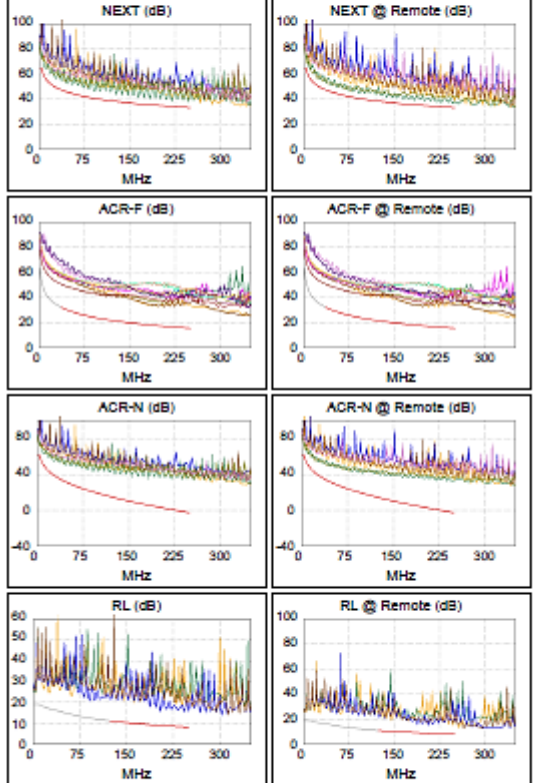
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	12-45	12-45	12-45
NEXT (dB)	4.8	3.0	5.7	3.4
Freq. (MHz)	219.5	219.5	247.0	246.5
Limit (dB)	34.1	34.1	33.2	33.2
Worst Pair	12	12	12	12
PS NEXT (dB)	5.9	5.1	6.2	5.1
Freq. (MHz)	220.0	248.0	248.0	248.0
Limit (dB)	31.1	30.2	30.2	30.2

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	36-12	12-36
ACR-F (dB)	15.1	15.1	15.5	16.1
Freq. (MHz)	187.5	196.5	206.0	224.5
Limit (dB)	17.8	17.4	17.0	16.2
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-F (dB)	16.7	16.4	17.1	16.5
Freq. (MHz)	187.5	196.5	205.0	205.5
Limit (dB)	14.8	14.4	14.0	14.0

N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	36-78	12-45	12-45
ACR-N (dB)	12.5	11.5	37.1	34.6
Freq. (MHz)	9.1	5.1	247.0	246.5
Limit (dB)	51.2	56.8	-2.5	-2.4
Worst Pair	36	36	12	12
PS ACR-N (dB)	13.3	13.3	37.6	36.5
Freq. (MHz)	3.3	5.9	248.0	248.0
Limit (dB)	58.4	53.0	-5.6	-5.6

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	45	45	12
RL (dB)	6.8	6.4	7.6	6.7
Freq. (MHz)	205.0	205.5	243.0	248.0
Limit (dB)	8.9	8.9	8.1	8.1

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 1000BASE-T      ATM-25      ATM-51  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-15 Active      TR-15 Passive

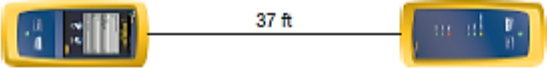
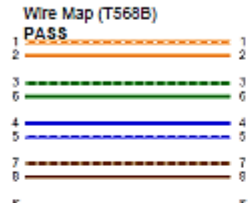

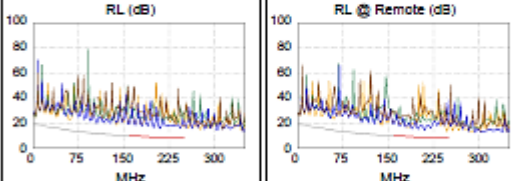


LinkWare™ PC Version 9.7

# D11



<b>Cable ID: D11</b>		<b>Test Summary: PASS</b>	
Date / Time: 03/05/2019 10:47:43 AM	Operator: ING. GABRIELA LOPEZ	Model: DSX-5000	
Headroom 5.5 dB (NEXT 12-45)	Software Version: V5.0 Build 3	Main S/N: 3190031	
Test Limit: TIA Cat 6 Channel	Limits Version: V5.0	Remote S/N: 3183381	
Cable Type: Cat 6 U/UTP	Calibration Date:	Main Adapter: DSX-CHA004	
NVP: 69.0%	Main (Module): 09/12/2016	Remote Adapter: DSX-CHA004	
	Remote (Module): 09/12/2016		

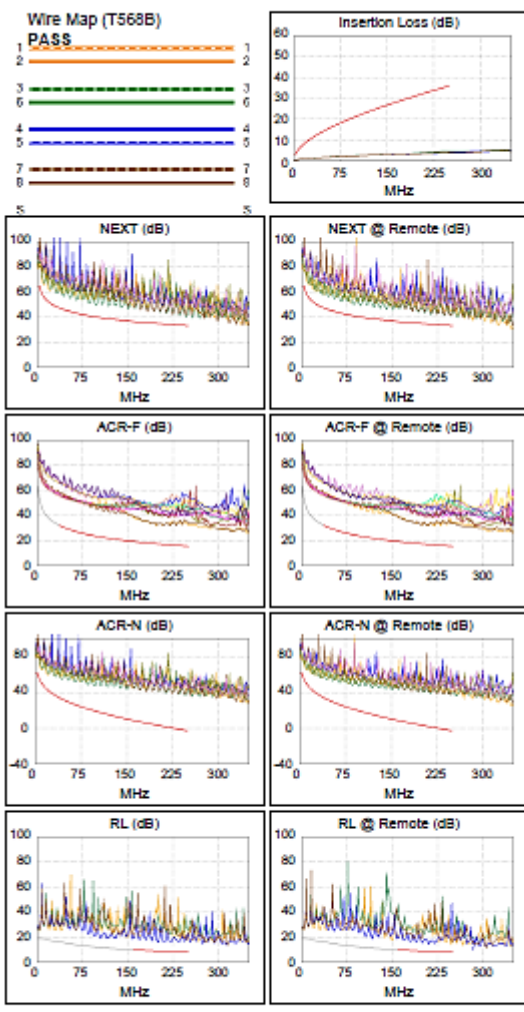
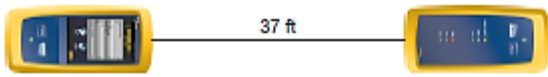
Length (ft), Limit 328 [Pair 78] 37 Prop. Delay (ns), Limit 555 [Pair 45] 57 Delay Skew (ns), Limit 50 [Pair 36] 2 Resistance (ohms) [Pair 36] 2.14  Insertion Loss Margin (dB) [Pair 36] 31.5 Frequency (MHz) [Pair 36] 250.0 Limit (dB) [Pair 36] 35.9	 <p>37 ft</p>																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Worst Case Margin</th> <th colspan="2">Worst Case Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>PASS</b></td> <td>MAIN</td> <td>SR</td> <td>MAIN SR</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>12-45</td> <td>12-45</td> <td>12-45 12-45</td> </tr> <tr> <td>NEXT (dB)</td> <td>6.0</td> <td>5.5</td> <td>6.0 5.5</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>236.5</td> <td>236.5</td> <td>236.5 236.5</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>33.5</td> <td>33.5</td> <td>33.5 33.5</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>45</td> <td>45</td> <td>45 45</td> </tr> <tr> <td>PS NEXT (dB)</td> <td>7.5</td> <td>6.7</td> <td>7.5 6.7</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>236.5</td> <td>236.5</td> <td>236.5 236.5</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>30.6</td> <td>30.6</td> <td>30.6 30.6</td> </tr> </tbody> </table>	Worst Case Margin		Worst Case Value		<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN SR	Worst Pair	12-45	12-45	12-45 12-45	NEXT (dB)	6.0	5.5	6.0 5.5	Freq. (MHz)	236.5	236.5	236.5 236.5	Limit (dB)	33.5	33.5	33.5 33.5	Worst Pair	45	45	45 45	PS NEXT (dB)	7.5	6.7	7.5 6.7	Freq. (MHz)	236.5	236.5	236.5 236.5	Limit (dB)	30.6	30.6	30.6 30.6	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;">  </div> <div style="width: 50%;">  </div> </div>
Worst Case Margin		Worst Case Value																																							
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN SR																																						
Worst Pair	12-45	12-45	12-45 12-45																																						
NEXT (dB)	6.0	5.5	6.0 5.5																																						
Freq. (MHz)	236.5	236.5	236.5 236.5																																						
Limit (dB)	33.5	33.5	33.5 33.5																																						
Worst Pair	45	45	45 45																																						
PS NEXT (dB)	7.5	6.7	7.5 6.7																																						
Freq. (MHz)	236.5	236.5	236.5 236.5																																						
Limit (dB)	30.6	30.6	30.6 30.6																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Worst Case Margin</th> <th colspan="2">Worst Case Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>PASS</b></td> <td>MAIN</td> <td>SR</td> <td>MAIN SR</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>36-12</td> <td>12-36</td> <td>36-12 12-36</td> </tr> <tr> <td>ACR-F (dB)</td> <td>16.5</td> <td>16.3</td> <td>16.6 16.3</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>218.5</td> <td>219.0</td> <td>219.0 219.0</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>16.5</td> <td>16.4</td> <td>16.4 16.4</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>12</td> <td>36</td> <td>12 36</td> </tr> <tr> <td>PS ACR-F (dB)</td> <td>18.3</td> <td>18.6</td> <td>18.3 18.6</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>219.0</td> <td>219.0</td> <td>219.0 219.0</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>13.4</td> <td>13.4</td> <td>13.4 13.4</td> </tr> </tbody> </table>	Worst Case Margin		Worst Case Value		<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN SR	Worst Pair	36-12	12-36	36-12 12-36	ACR-F (dB)	16.5	16.3	16.6 16.3	Freq. (MHz)	218.5	219.0	219.0 219.0	Limit (dB)	16.5	16.4	16.4 16.4	Worst Pair	12	36	12 36	PS ACR-F (dB)	18.3	18.6	18.3 18.6	Freq. (MHz)	219.0	219.0	219.0 219.0	Limit (dB)	13.4	13.4	13.4 13.4	<div style="display: grid; grid-template-columns: 1fr 1fr;"> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>
Worst Case Margin		Worst Case Value																																							
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN SR																																						
Worst Pair	36-12	12-36	36-12 12-36																																						
ACR-F (dB)	16.5	16.3	16.6 16.3																																						
Freq. (MHz)	218.5	219.0	219.0 219.0																																						
Limit (dB)	16.5	16.4	16.4 16.4																																						
Worst Pair	12	36	12 36																																						
PS ACR-F (dB)	18.3	18.6	18.3 18.6																																						
Freq. (MHz)	219.0	219.0	219.0 219.0																																						
Limit (dB)	13.4	13.4	13.4 13.4																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Worst Case Margin</th> <th colspan="2">Worst Case Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>N/A</b></td> <td>MAIN</td> <td>SR</td> <td>MAIN SR</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>12-36</td> <td>12-36</td> <td>12-45 12-45</td> </tr> <tr> <td>ACR-N (dB)</td> <td>13.8</td> <td>13.6</td> <td>37.1 36.6</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>9.5</td> <td>9.1</td> <td>236.5 236.5</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>50.8</td> <td>51.2</td> <td>-1.3 -1.3</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>45 45</td> </tr> <tr> <td>PS ACR-N (dB)</td> <td>14.3</td> <td>14.2</td> <td>38.6 37.8</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>10.0</td> <td>9.6</td> <td>236.5 236.5</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>47.7</td> <td>48.1</td> <td>-4.2 -4.2</td> </tr> </tbody> </table>	Worst Case Margin		Worst Case Value		<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN SR	Worst Pair	12-36	12-36	12-45 12-45	ACR-N (dB)	13.8	13.6	37.1 36.6	Freq. (MHz)	9.5	9.1	236.5 236.5	Limit (dB)	50.8	51.2	-1.3 -1.3	Worst Pair	12	12	45 45	PS ACR-N (dB)	14.3	14.2	38.6 37.8	Freq. (MHz)	10.0	9.6	236.5 236.5	Limit (dB)	47.7	48.1	-4.2 -4.2	<div style="display: grid; grid-template-columns: 1fr 1fr;"> <div></div> <div></div> </div>
Worst Case Margin		Worst Case Value																																							
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN SR																																						
Worst Pair	12-36	12-36	12-45 12-45																																						
ACR-N (dB)	13.8	13.6	37.1 36.6																																						
Freq. (MHz)	9.5	9.1	236.5 236.5																																						
Limit (dB)	50.8	51.2	-1.3 -1.3																																						
Worst Pair	12	12	45 45																																						
PS ACR-N (dB)	14.3	14.2	38.6 37.8																																						
Freq. (MHz)	10.0	9.6	236.5 236.5																																						
Limit (dB)	47.7	48.1	-4.2 -4.2																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Worst Case Margin</th> <th colspan="2">Worst Case Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>PASS</b></td> <td>MAIN</td> <td>SR</td> <td>MAIN SR</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>45</td> <td>12</td> <td>45 12</td> </tr> <tr> <td>RL (dB)</td> <td>7.0</td> <td>5.5</td> <td>7.0 5.5</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>209.5</td> <td>247.5</td> <td>209.5 247.5</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>8.8</td> <td>8.1</td> <td>8.8 8.1</td> </tr> </tbody> </table>	Worst Case Margin		Worst Case Value		<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN SR	Worst Pair	45	12	45 12	RL (dB)	7.0	5.5	7.0 5.5	Freq. (MHz)	209.5	247.5	209.5 247.5	Limit (dB)	8.8	8.1	8.8 8.1	<div style="display: grid; grid-template-columns: 1fr 1fr;"> <div></div> <div></div> </div>																
Worst Case Margin		Worst Case Value																																							
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN SR																																						
Worst Pair	45	12	45 12																																						
RL (dB)	7.0	5.5	7.0 5.5																																						
Freq. (MHz)	209.5	247.5	209.5 247.5																																						
Limit (dB)	8.8	8.1	8.8 8.1																																						
Compliant Network Standards: 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4 1000BASE-T      ATM-25      ATM-51 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4 TR-15 Active      TR-15 Passive																																									

# D12



<b>Cable ID: D12</b>		<b>Test Summary: PASS</b>	
Date / Time: 03/05/2019 10:48:02 AM	Operator: ING. GABRIELA LOPEZ	Model: DSX-5000	
Headroom 7.1 dB (NEXT 12-45)	Software Version: V5.0 Build 3	Main S/N: 3190031	
Test Limit: TIA Cat 6 Channel	Limits Version: V5.0	Remote S/N: 3183381	
Cable Type: Cat 6 U/UTP	Calibration Date:	Main Adapter: DSX-CHA004	
NVP: 69.0%	Main (Module): 09/12/2016	Remote Adapter: DSX-CHA004	
	Remote (Module): 09/12/2016		

Length (ft), Limit 328	[Pair 78]	37
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 45]	57
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	2
Resistance (ohms)	[Pair 12]	2.11
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	31.5
Frequency (MHz)	[Pair 36]	250.0
Limit (dB)	[Pair 36]	35.9



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	12-45	12-45	36-45
NEXT (dB)	7.1	7.8	7.1	7.9
Freq. (MHz)	247.0	214.0	247.0	246.5
Limit (dB)	33.2	34.3	33.2	33.2
Worst Pair	45	45	45	45
PS NEXT (dB)	7.8	7.8	7.8	7.8
Freq. (MHz)	246.0	246.5	246.0	246.5
Limit (dB)	30.3	30.3	30.3	30.3
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	36-12	12-36	12-36
ACR-F (dB)	14.5	14.7	14.5	15.3
Freq. (MHz)	197.5	197.0	197.5	219.5
Limit (dB)	17.3	17.4	17.3	16.4
Worst Pair	36	12	36	36
PS ACR-F (dB)	17.0	17.2	17.0	17.4
Freq. (MHz)	208.0	197.0	208.0	218.5
Limit (dB)	13.9	14.4	13.9	13.5
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	12-45	36-45
ACR-N (dB)	15.1	15.1	38.9	39.6
Freq. (MHz)	9.4	2.3	247.0	246.5
Limit (dB)	50.9	61.9	-2.5	-2.4
Worst Pair	12	12	45	45
PS ACR-N (dB)	15.9	16.2	39.5	39.6
Freq. (MHz)	10.0	10.3	246.0	246.5
Limit (dB)	47.7	47.4	-5.3	-5.4
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	45	45	12
RL (dB)	6.5	6.0	6.5	6.5
Freq. (MHz)	210.0	210.0	210.0	248.5
Limit (dB)	8.8	8.8	8.8	8.0

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 1000BASE-T      ATM-25      ATM-51  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-16 Active      TR-16 Passive

LinkWare™ PC Version 9.7



# D13



**Cable ID: D13**

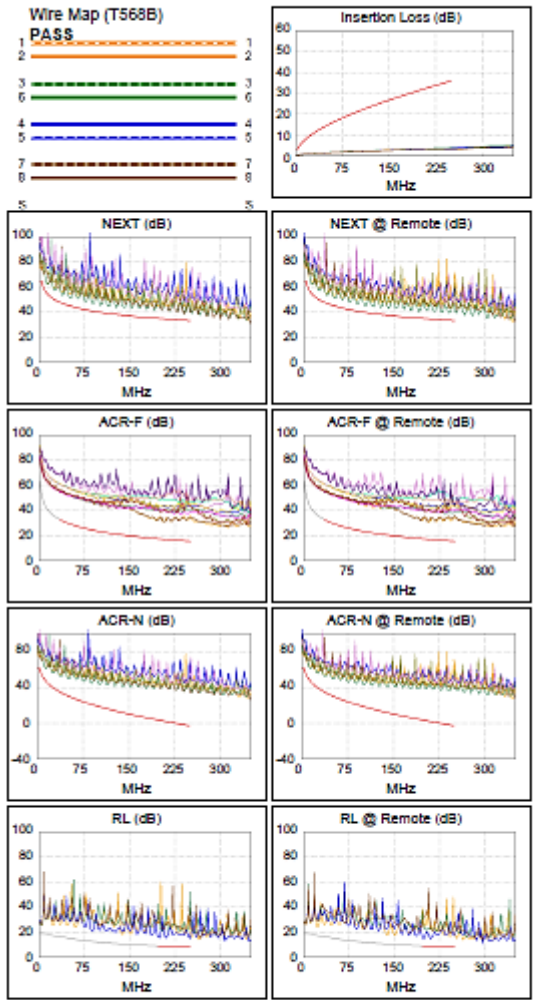
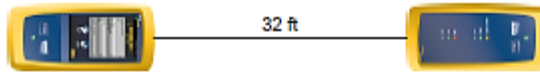
Date / Time: 03/05/2019 10:48:31 AM  
 Headroom 5.1 dB (NEXT 12-45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Operator: ING. GABRIELA LOPEZ  
 Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 12]	32
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 45]	50
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	2
Resistance (ohms)	[Pair 36]	1.89
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	31.6
Frequency (MHz)	[Pair 36]	246.5
Limit (dB)	[Pair 36]	35.6



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-45	12-45	36-45	12-45
NEXT (dB)	5.3	5.1	5.3	5.7
Freq. (MHz)	239.5	102.0	239.5	242.0
Limit (dB)	33.4	39.8	33.4	33.4
Worst Pair	45	12	45	45
PS NEXT (dB)	5.6	6.8	5.6	7.2
Freq. (MHz)	240.0	191.0	240.0	242.0
Limit (dB)	30.5	32.2	30.5	30.4
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-12	12-36	36-12	12-36
ACR-F (dB)	13.8	13.6	13.8	13.6
Freq. (MHz)	206.5	206.5	206.5	206.5
Limit (dB)	17.0	17.0	17.0	17.0
Worst Pair	12	36	12	36
PS ACR-F (dB)	16.1	16.2	16.1	16.2
Freq. (MHz)	206.5	206.5	206.5	206.5
Limit (dB)	14.0	14.0	14.0	14.0
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	36-45	12-45
ACR-N (dB)	12.6	13.7	37.0	37.5
Freq. (MHz)	2.9	2.8	239.5	241.5
Limit (dB)	61.6	61.6	-1.6	-1.8
Worst Pair	36	12	45	45
PS ACR-N (dB)	13.4	13.8	37.5	39.0
Freq. (MHz)	3.3	12.3	240.5	241.5
Limit (dB)	58.4	45.5	-4.7	-4.8
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	5.9	5.7	5.9	5.7
Freq. (MHz)	198.0	198.5	198.0	198.5
Limit (dB)	9.0	9.0	9.0	9.0

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 100BASE-T      ATM-25      ATM-S1  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-16 Active      TR-16 Passive

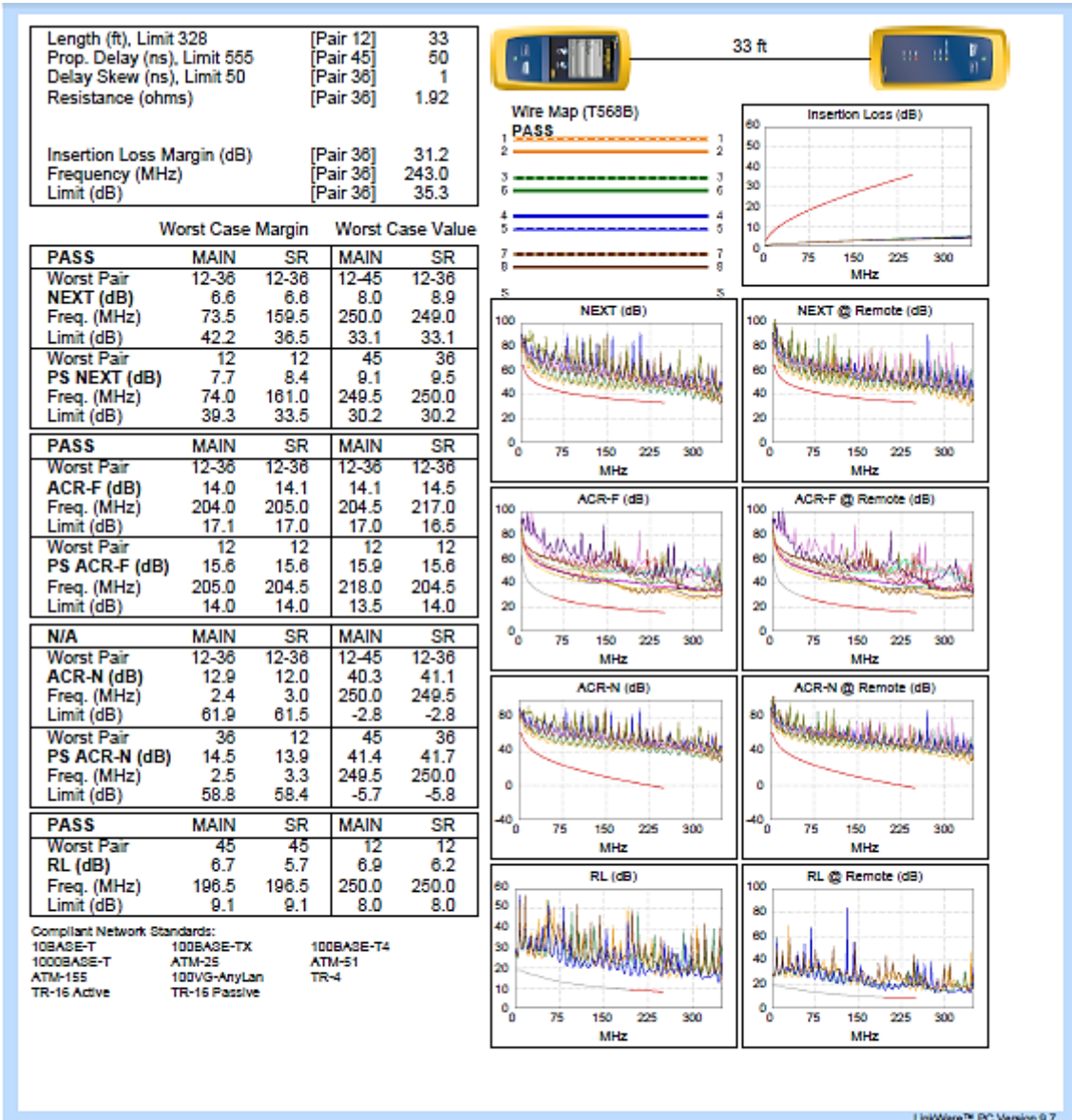
LinkWare™ PC Version 9.7



# D14



<b>Cable ID: D14</b>		<b>Test Summary: PASS</b>	
Date / Time: 03/05/2019 10:48:55 AM	Operator: ING. GABRIELA LOPEZ	Model: DSX-5000	
Headroom 6.6 dB (NEXT 12-36)	Software Version: V5.0 Build 3	Main S/N: 3190031	
Test Limit: TIA Cat 6 Channel	Limits Version: V5.0	Remote S/N: 3183381	
Cable Type: Cat 6 U/UTP	Calibration Date:	Main Adapter: DSX-CHA004	
NVP: 69.0%	Main (Module): 09/12/2016	Remote Adapter: DSX-CHA004	
	Remote (Module): 09/12/2016		



LinkWare™ PC Version 9.7

# D15



**Cable ID: D15**

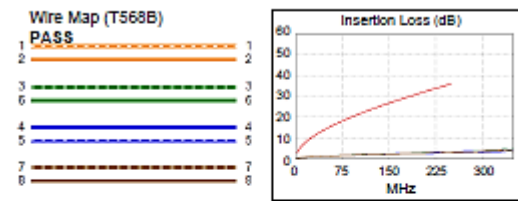
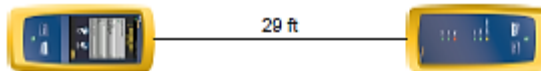
Date / Time: 03/05/2019 10:49:29 AM  
 Headroom 4.6 dB (NEXT 12-36)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Operator: ING. GABRIELA LOPEZ  
 Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 12]	29
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 45]	43
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	1
Resistance (ohms)	[Pair 12]	1.71
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	32.1
Frequency (MHz)	[Pair 36]	246.5
Limit (dB)	[Pair 36]	35.6



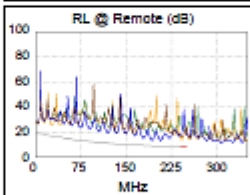
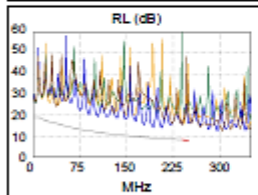
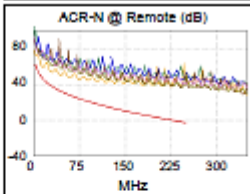
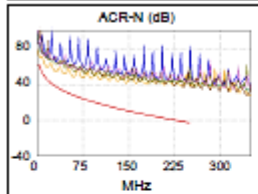
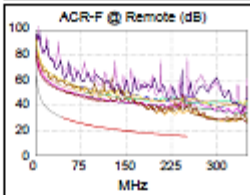
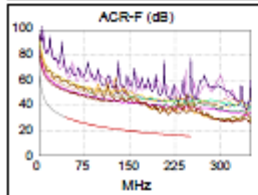
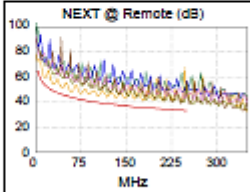
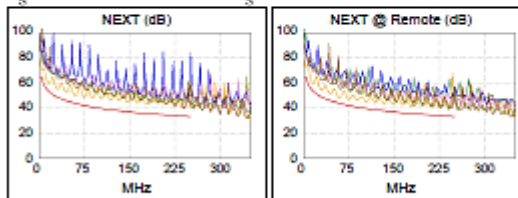
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	36-45	36-45
NEXT (dB)	6.0	4.6	6.3	5.3
Freq. (MHz)	58.5	58.5	239.5	240.5
Limit (dB)	43.9	43.9	33.4	33.4
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	6.6	4.9	6.6	4.9
Freq. (MHz)	239.5	241.0	239.5	241.0
Limit (dB)	30.5	30.4	30.5	30.4

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-12	12-36	36-12	12-36
ACR-F (dB)	15.8	15.8	15.8	15.8
Freq. (MHz)	213.0	213.0	213.0	213.0
Limit (dB)	16.7	16.7	16.7	16.7
Worst Pair	45	36	12	36
PS ACR-F (dB)	17.7	17.7	17.9	17.7
Freq. (MHz)	1.0	212.5	214.5	212.5
Limit (dB)	60.3	13.7	13.6	13.7

N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	36-45	36-45
ACR-N (dB)	10.4	11.0	38.3	37.4
Freq. (MHz)	3.0	3.0	239.5	240.5
Limit (dB)	61.5	61.5	-1.6	-1.7
Worst Pair	12	36	36	36
PS ACR-N (dB)	12.4	13.2	38.5	36.7
Freq. (MHz)	3.4	3.0	239.5	241.0
Limit (dB)	58.0	58.5	-4.6	-4.7

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12	12	12	12
RL (dB)	7.4	5.3	7.4	5.3
Freq. (MHz)	241.5	242.0	241.5	242.0
Limit (dB)	8.2	8.2	8.2	8.2

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 1000BASE-T      ATM-25      ATM-51  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-15 Active      TR-15 Passive



LinkWare™ PC Version 9.7

# D16



<b>Cable ID: D16</b>		<b>Test Summary: PASS</b>	
Date / Time: 03/05/2019 10:49:49 AM	Operator: ING. GABRIELA LOPEZ	Model: DSX-5000	
Headroom 5.2 dB (NEXT 12-45)	Software Version: V5.0 Build 3	Main S/N: 3190031	
Test Limit: TIA Cat 6 Channel	Limits Version: V5.0	Remote S/N: 3183381	
Cable Type: Cat 6 U/UTP	Calibration Date:	Main Adapter: DSX-CHA004	
NVP: 69.0%	Main (Module): 09/12/2016	Remote Adapter: DSX-CHA004	
	Remote (Module): 09/12/2016		

<p>Length (ft), Limit 328 [Pair 12] 29                  Prop. Delay (ns), Limit 555 [Pair 45] 43                  Delay Skew (ns), Limit 50 [Pair 36] 1                  Resistance (ohms) [Pair 36] 1.71</p> <p>Insertion Loss Margin (dB) [Pair 36] 32.2                  Frequency (MHz) [Pair 36] 247.0                  Limit (dB) [Pair 36] 35.7</p>	<p style="text-align: center;">29 ft</p> <p><b>Wire Map (T568B)</b>                  PASS</p>																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Worst Case Margin</th> <th colspan="2">Worst Case Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>PASS</b></td> <td>MAIN</td> <td>SR</td> <td>MAIN</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>12-45</td> <td>12-45</td> <td>12-45</td> <td>12-45</td> </tr> <tr> <td>NEXT (dB)</td> <td>6.2</td> <td>5.2</td> <td>6.8</td> <td>5.4</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>122.0</td> <td>214.0</td> <td>243.5</td> <td>244.5</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>38.5</td> <td>34.3</td> <td>33.3</td> <td>33.3</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>45</td> <td>45</td> <td>45</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>PS NEXT (dB)</td> <td>6.7</td> <td>5.7</td> <td>6.7</td> <td>5.8</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>243.5</td> <td>243.5</td> <td>243.5</td> <td>244.5</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>30.4</td> <td>30.4</td> <td>30.4</td> <td>30.3</td> </tr> </tbody> </table>		Worst Case Margin		Worst Case Value		<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR	Worst Pair	12-45	12-45	12-45	12-45	NEXT (dB)	6.2	5.2	6.8	5.4	Freq. (MHz)	122.0	214.0	243.5	244.5	Limit (dB)	38.5	34.3	33.3	33.3	Worst Pair	45	45	45	45	PS NEXT (dB)	6.7	5.7	6.7	5.8	Freq. (MHz)	243.5	243.5	243.5	244.5	Limit (dB)	30.4	30.4	30.4	30.3	
	Worst Case Margin		Worst Case Value																																																
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR																																															
Worst Pair	12-45	12-45	12-45	12-45																																															
NEXT (dB)	6.2	5.2	6.8	5.4																																															
Freq. (MHz)	122.0	214.0	243.5	244.5																																															
Limit (dB)	38.5	34.3	33.3	33.3																																															
Worst Pair	45	45	45	45																																															
PS NEXT (dB)	6.7	5.7	6.7	5.8																																															
Freq. (MHz)	243.5	243.5	243.5	244.5																																															
Limit (dB)	30.4	30.4	30.4	30.3																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Worst Case Margin</th> <th colspan="2">Worst Case Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>PASS</b></td> <td>MAIN</td> <td>SR</td> <td>MAIN</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>36-12</td> <td>12-36</td> <td>36-12</td> <td>12-36</td> </tr> <tr> <td>ACR-F (dB)</td> <td>17.1</td> <td>17.0</td> <td>17.6</td> <td>17.8</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>201.0</td> <td>201.0</td> <td>230.5</td> <td>246.0</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>17.2</td> <td>17.2</td> <td>16.0</td> <td>15.4</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>PS ACR-F (dB)</td> <td>18.3</td> <td>18.8</td> <td>18.6</td> <td>19.4</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>215.5</td> <td>199.5</td> <td>230.5</td> <td>228.0</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>13.6</td> <td>14.3</td> <td>13.0</td> <td>13.1</td> </tr> </tbody> </table>		Worst Case Margin		Worst Case Value		<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR	Worst Pair	36-12	12-36	36-12	12-36	ACR-F (dB)	17.1	17.0	17.6	17.8	Freq. (MHz)	201.0	201.0	230.5	246.0	Limit (dB)	17.2	17.2	16.0	15.4	Worst Pair	12	12	12	36	PS ACR-F (dB)	18.3	18.8	18.6	19.4	Freq. (MHz)	215.5	199.5	230.5	228.0	Limit (dB)	13.6	14.3	13.0	13.1	
	Worst Case Margin		Worst Case Value																																																
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR																																															
Worst Pair	36-12	12-36	36-12	12-36																																															
ACR-F (dB)	17.1	17.0	17.6	17.8																																															
Freq. (MHz)	201.0	201.0	230.5	246.0																																															
Limit (dB)	17.2	17.2	16.0	15.4																																															
Worst Pair	12	12	12	36																																															
PS ACR-F (dB)	18.3	18.8	18.6	19.4																																															
Freq. (MHz)	215.5	199.5	230.5	228.0																																															
Limit (dB)	13.6	14.3	13.0	13.1																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Worst Case Margin</th> <th colspan="2">Worst Case Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>N/A</b></td> <td>MAIN</td> <td>SR</td> <td>MAIN</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>12-36</td> <td>12-45</td> <td>12-45</td> <td>12-45</td> </tr> <tr> <td>ACR-N (dB)</td> <td>13.5</td> <td>14.4</td> <td>39.2</td> <td>37.9</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>3.1</td> <td>3.1</td> <td>243.5</td> <td>244.5</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>61.2</td> <td>61.2</td> <td>-2.1</td> <td>-2.2</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>45</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>PS ACR-N (dB)</td> <td>13.4</td> <td>14.2</td> <td>39.1</td> <td>38.3</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>3.3</td> <td>3.3</td> <td>243.5</td> <td>244.5</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>58.4</td> <td>58.4</td> <td>-5.0</td> <td>-5.2</td> </tr> </tbody> </table>		Worst Case Margin		Worst Case Value		<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN	SR	Worst Pair	12-36	12-45	12-45	12-45	ACR-N (dB)	13.5	14.4	39.2	37.9	Freq. (MHz)	3.1	3.1	243.5	244.5	Limit (dB)	61.2	61.2	-2.1	-2.2	Worst Pair	12	12	45	45	PS ACR-N (dB)	13.4	14.2	39.1	38.3	Freq. (MHz)	3.3	3.3	243.5	244.5	Limit (dB)	58.4	58.4	-5.0	-5.2	
	Worst Case Margin		Worst Case Value																																																
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN	SR																																															
Worst Pair	12-36	12-45	12-45	12-45																																															
ACR-N (dB)	13.5	14.4	39.2	37.9																																															
Freq. (MHz)	3.1	3.1	243.5	244.5																																															
Limit (dB)	61.2	61.2	-2.1	-2.2																																															
Worst Pair	12	12	45	45																																															
PS ACR-N (dB)	13.4	14.2	39.1	38.3																																															
Freq. (MHz)	3.3	3.3	243.5	244.5																																															
Limit (dB)	58.4	58.4	-5.0	-5.2																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Worst Case Margin</th> <th colspan="2">Worst Case Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>PASS</b></td> <td>MAIN</td> <td>SR</td> <td>MAIN</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>Worst Pair</td> <td>45</td> <td>12</td> <td>45</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>RL (dB)</td> <td>7.6</td> <td>6.4</td> <td>7.6</td> <td>6.4</td> </tr> <tr> <td>Freq. (MHz)</td> <td>240.5</td> <td>243.0</td> <td>240.5</td> <td>243.0</td> </tr> <tr> <td>Limit (dB)</td> <td>8.2</td> <td>8.1</td> <td>8.2</td> <td>8.1</td> </tr> </tbody> </table>		Worst Case Margin		Worst Case Value		<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR	Worst Pair	45	12	45	12	RL (dB)	7.6	6.4	7.6	6.4	Freq. (MHz)	240.5	243.0	240.5	243.0	Limit (dB)	8.2	8.1	8.2	8.1																					
	Worst Case Margin		Worst Case Value																																																
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR																																															
Worst Pair	45	12	45	12																																															
RL (dB)	7.6	6.4	7.6	6.4																																															
Freq. (MHz)	240.5	243.0	240.5	243.0																																															
Limit (dB)	8.2	8.1	8.2	8.1																																															
<p>Compliant Network Standards:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>10BASE-T</td> <td>100BASE-TX</td> <td>100BASE-T4</td> </tr> <tr> <td>1000BASE-T</td> <td>ATM-25</td> <td>ATM-51</td> </tr> <tr> <td>ATM-155</td> <td>100VG-AnyLan</td> <td>TR-4</td> </tr> <tr> <td>TR-16 Active</td> <td>TR-16 Passive</td> <td></td> </tr> </table>	10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4	1000BASE-T	ATM-25	ATM-51	ATM-155	100VG-AnyLan	TR-4	TR-16 Active	TR-16 Passive																																								
10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4																																																	
1000BASE-T	ATM-25	ATM-51																																																	
ATM-155	100VG-AnyLan	TR-4																																																	
TR-16 Active	TR-16 Passive																																																		

LinkWare™ PC Version 9.7

# D17



**Cable ID: D17**

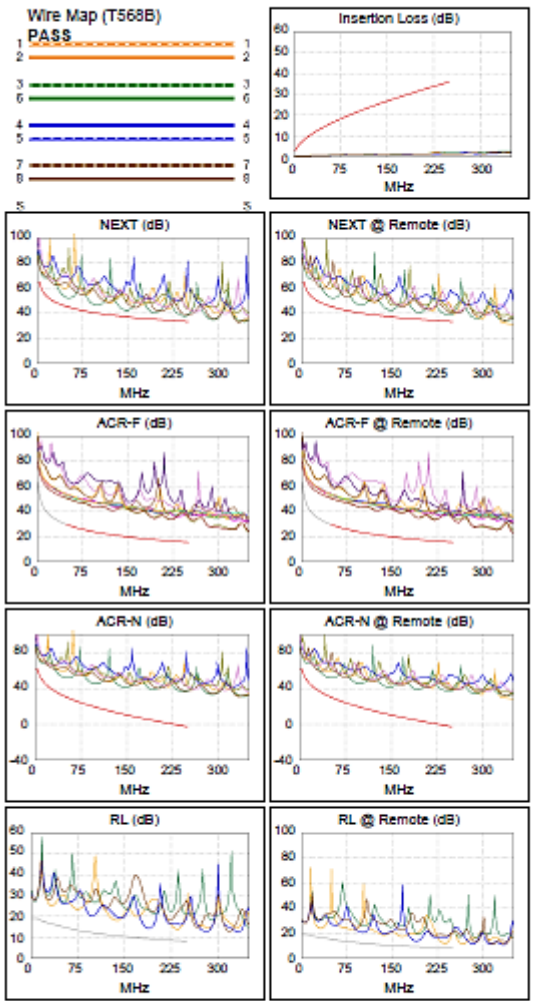
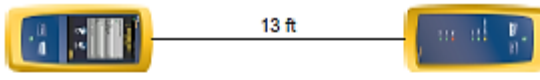
Date / Time: 03/05/2019 10:50:25 AM  
 Headroom 4.3 dB (NEXT 12-45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Operator: ING. GABRIELA LOPEZ  
 Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 12]	13
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 36]	20
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 12]	0
Resistance (ohms)	[Pair 12]	0.99
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 12]	32.5
Frequency (MHz)	[Pair 12]	234.0
Limit (dB)	[Pair 12]	34.6



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	12-45	12-45	12-45
NEXT (dB)	4.3	4.9	4.3	5.0
Freq. (MHz)	245.0	245.5	245.0	246.0
Limit (dB)	33.3	33.3	33.3	33.2
Worst Pair	45	45	45	45
PS NEXT (dB)	4.7	5.3	4.8	5.4
Freq. (MHz)	246.5	246.0	248.0	247.0
Limit (dB)	30.3	30.3	30.2	30.2
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-45	45-36	36-45	45-36
ACR-F (dB)	17.0	16.7	17.0	16.7
Freq. (MHz)	219.5	219.5	219.5	219.5
Limit (dB)	16.4	16.4	16.4	16.4
Worst Pair	45	45	45	36
PS ACR-F (dB)	18.1	17.9	18.5	18.3
Freq. (MHz)	1.3	1.3	221.5	250.0
Limit (dB)	58.3	58.3	13.3	12.3
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-45	12-36	12-45	12-45
ACR-N (dB)	15.1	15.3	38.2	38.9
Freq. (MHz)	2.9	3.0	245.0	246.0
Limit (dB)	61.6	61.5	-2.3	-2.4
Worst Pair	36	36	45	45
PS ACR-N (dB)	14.7	15.3	38.9	39.3
Freq. (MHz)	3.1	3.5	248.0	247.0
Limit (dB)	58.4	57.7	-5.6	-5.4
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	12	12	12
RL (dB)	4.8	3.5	5.5	3.6
Freq. (MHz)	188.0	237.0	236.5	237.5
Limit (dB)	9.3	8.3	8.3	8.2

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 1000BASE-T      ATM-25      ATM-51  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-16 Active      TR-16 Passive

LinkWare™ PC Version 9.7



# D18



**Cable ID: D18**

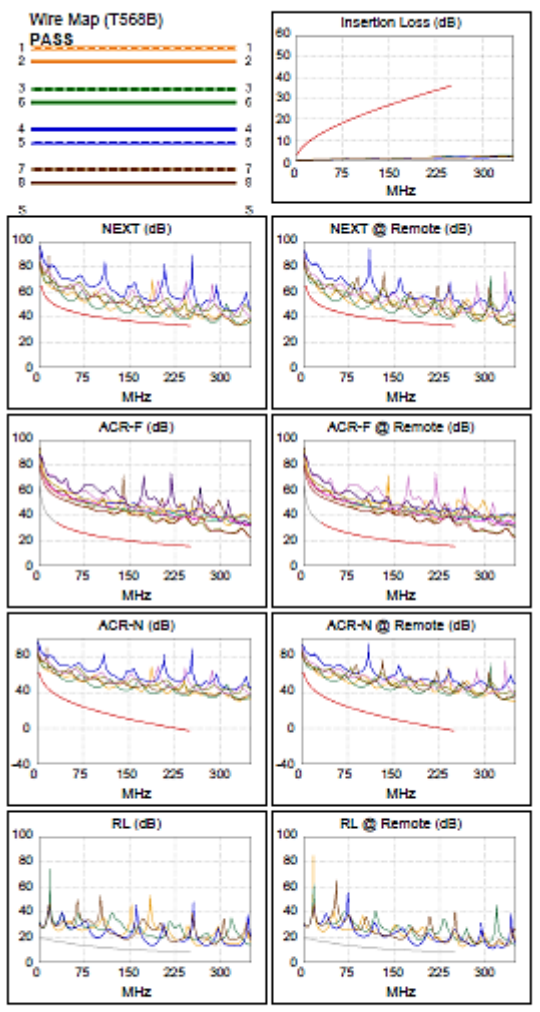
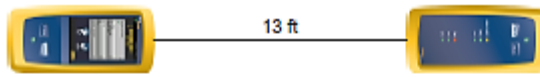
Date / Time: 03/05/2019 10:50:59 AM  
 Headroom 4.9 dB (NEXT 12-45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Operator: ING. GABRIELA LOPEZ  
 Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 12]	13
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 36]	20
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 12]	0
Resistance (ohms)	[Pair 45]	1.01
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	33.5
Frequency (MHz)	[Pair 36]	247.0
Limit (dB)	[Pair 36]	35.7



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	12-45	12-45	12-45
NEXT (dB)	4.9	5.4	5.0	5.4
Freq. (MHz)	242.0	241.5	243.0	241.5
Limit (dB)	33.4	33.4	33.3	33.4
Worst Pair	12	45	12	45
PS NEXT (dB)	5.9	6.3	5.9	6.3
Freq. (MHz)	249.0	243.0	249.0	243.0
Limit (dB)	30.2	30.4	30.2	30.4
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-45	45-36	36-45	45-36
ACR-F (dB)	16.9	16.7	16.9	17.8
Freq. (MHz)	217.5	218.5	217.5	250.0
Limit (dB)	16.5	16.5	16.5	15.3
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-F (dB)	18.1	18.0	18.2	18.5
Freq. (MHz)	218.5	218.5	219.0	250.0
Limit (dB)	13.5	13.5	13.4	12.3
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	12-36	12-45
ACR-N (dB)	13.7	14.6	39.1	39.0
Freq. (MHz)	3.0	3.0	250.0	241.5
Limit (dB)	61.5	61.5	-2.8	-1.8
Worst Pair	36	36	12	45
PS ACR-N (dB)	13.6	14.3	40.0	40.1
Freq. (MHz)	3.3	3.3	249.0	243.0
Limit (dB)	58.4	58.4	-5.7	-5.0
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	4.3	4.3	4.3	4.4
Freq. (MHz)	187.5	188.0	187.5	189.0
Limit (dB)	9.3	9.3	9.3	9.2

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 100BASE-T      ATM-25      ATM-S1  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-16 Active      TR-16 Passive

LinkWare™ PC Version 9.7

# D19



**Cable ID: D19**

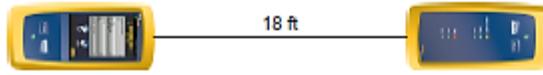
Date / Time: 03/05/2019 10:51:30 AM  
 Headroom 5.0 dB (NEXT 12.45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Operator: ING. GABRIELA LOPEZ  
 Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 12]	18
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 36]	27
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 12]	0
Resistance (ohms)	[Pair 12]	1.21
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 12]	31.5
Frequency (MHz)	[Pair 12]	226.0
Limit (dB)	[Pair 12]	33.9



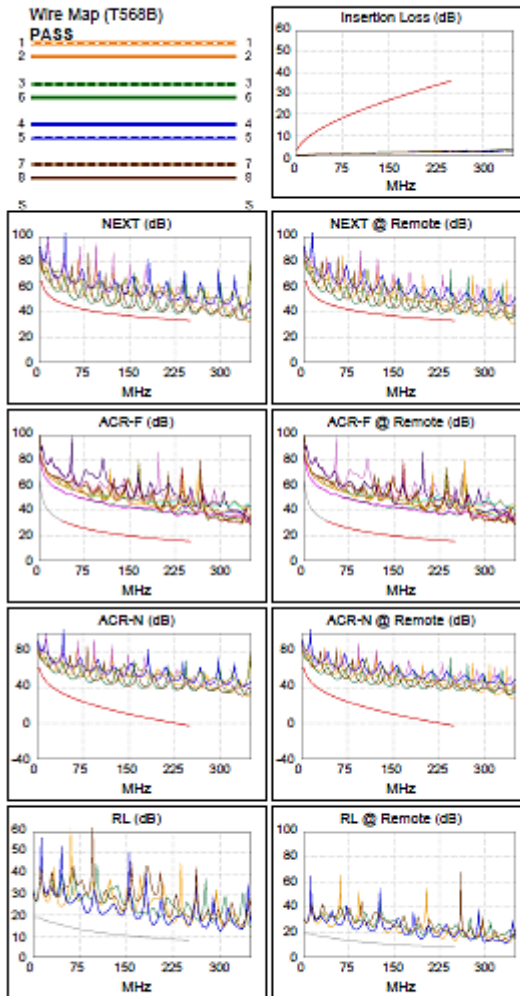
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	12-45	12-45	12-45
NEXT (dB)	5.1	5.0	5.2	5.5
Freq. (MHz)	200.5	200.5	229.0	229.5
Limit (dB)	34.8	34.8	33.8	33.8
Worst Pair	45	45	45	45
PS NEXT (dB)	5.6	6.7	5.6	6.9
Freq. (MHz)	230.5	202.5	230.5	233.0
Limit (dB)	30.8	31.8	30.8	30.7

	Worst Case Margin		Worst Case Value	
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45-12	12-45	45-12	12-45
ACR-F (dB)	20.0	20.6	20.0	20.6
Freq. (MHz)	228.5	231.0	228.5	231.0
Limit (dB)	16.1	16.0	16.1	16.0
Worst Pair	12	45	12	12
PS ACR-F (dB)	20.5	20.7	20.6	21.5
Freq. (MHz)	224.0	1.0	226.0	225.0
Limit (dB)	13.3	60.3	13.2	13.2

	Worst Case Margin		Worst Case Value	
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	12-45	12-45
ACR-N (dB)	12.5	13.1	37.7	38.0
Freq. (MHz)	3.1	3.1	229.0	229.5
Limit (dB)	61.2	61.2	-0.4	-0.4
Worst Pair	12	12	45	36
PS ACR-N (dB)	13.1	13.6	38.3	40.5
Freq. (MHz)	3.3	3.3	231.5	242.0
Limit (dB)	58.4	58.4	-3.6	-4.9

	Worst Case Margin		Worst Case Value	
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	12	12	12
RL (dB)	6.3	5.1	6.6	5.1
Freq. (MHz)	194.5	250.0	250.0	250.0
Limit (dB)	9.1	8.0	8.0	8.0

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 100BASE-T      ATM-25              ATM-51  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-16 Active      TR-16 Passive



LinkWare™ PC Version 9.7

# D20



**Cable ID: D20**

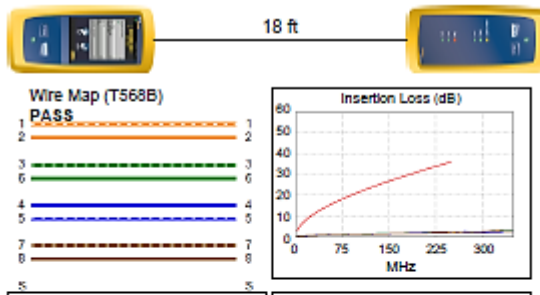
Date / Time: 03/05/2019 10:51:52 AM  
 Headroom 3.1 dB (NEXT 12-45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Operator: ING. GABRIELA LOPEZ  
 Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 12]	18
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 36]	28
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	1
Resistance (ohms)	[Pair 12]	1.21
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 12]	33.1
Frequency (MHz)	[Pair 12]	244.0
Limit (dB)	[Pair 12]	35.4



**Worst Case Margin Worst Case Value**

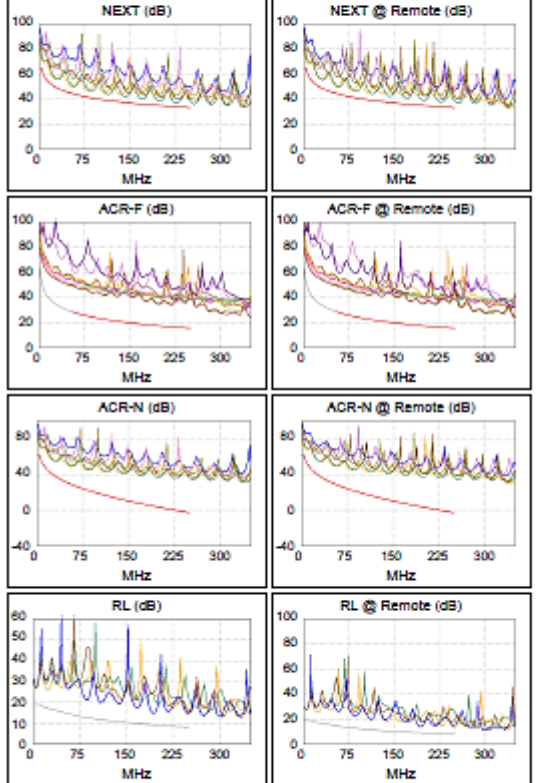
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	12-45	12-45	12-45
NEXT (dB)	3.1	3.7	3.2	3.7
Freq. (MHz)	226.5	226.5	227.5	226.5
Limit (dB)	33.9	33.9	33.8	33.9
Worst Pair	45	45	45	45
PS NEXT (dB)	4.2	4.9	4.2	4.9
Freq. (MHz)	227.5	227.5	227.5	227.5
Limit (dB)	30.9	30.9	30.9	30.9

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45-36	36-45	45-36	36-45
ACR-F (dB)	17.1	17.3	17.5	17.6
Freq. (MHz)	197.0	197.0	219.0	218.0
Limit (dB)	17.4	17.4	16.4	16.5
Worst Pair	45	45	36	45
PS ACR-F (dB)	17.5	17.8	19.1	19.2
Freq. (MHz)	1.1	1.3	219.5	220.5
Limit (dB)	59.2	58.3	13.4	13.4

N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	12-45	12-45
ACR-N (dB)	10.5	10.6	35.5	36.0
Freq. (MHz)	3.1	3.0	227.5	226.5
Limit (dB)	61.2	61.5	-0.2	-0.1
Worst Pair	12	12	45	45
PS ACR-N (dB)	11.5	11.8	39.1	37.2
Freq. (MHz)	3.3	3.4	250.0	227.5
Limit (dB)	58.4	58.0	-5.8	-3.1

N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	12	45	12
RL (dB)	5.4	4.8	6.4	4.8
Freq. (MHz)	192.5	250.0	250.0	250.0
Limit (dB)	9.2	8.0	8.0	8.0

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 100BASE-T      ATM-25      ATM-S1  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-16 Active      TR-16 Passive



LinkWare™ PC Version 9.7

# D21



**Cable ID: D21**

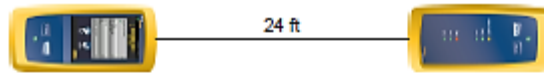
Date / Time: 03/05/2019 10:52:22 AM  
 Headroom 6.1 dB (NEXT 12-45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Operator: ING. GABRIELA LOPEZ  
 Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 12]	24
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 36]	37
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	1
Resistance (ohms)	[Pair 45]	1.51
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 12]	31.7
Frequency (MHz)	[Pair 12]	235.5
Limit (dB)	[Pair 12]	34.7

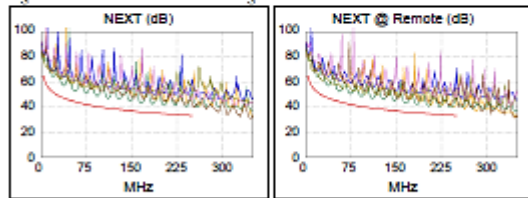


Wire Map (T568B)

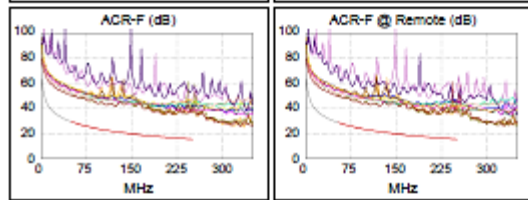


Worst Case Margin Worst Case Value

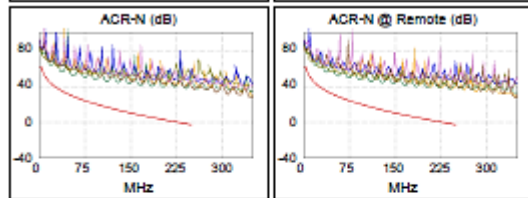
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-45	12-45	12-45	12-45
NEXT (dB)	6.8	6.1	6.8	6.1
Freq. (MHz)	240.5	240.0	240.5	240.0
Limit (dB)	33.4	33.4	33.4	33.4
Worst Pair	45	12	45	12
PS NEXT (dB)	7.7	6.8	7.7	6.8
Freq. (MHz)	240.0	241.5	240.0	241.5
Limit (dB)	30.5	30.4	30.5	30.4



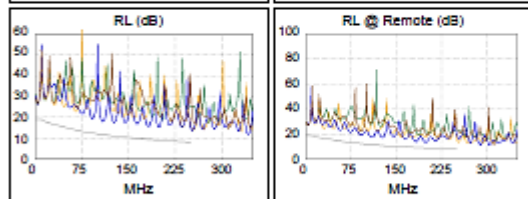
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-36	36-12	36-12	12-36
ACR-F (dB)	17.8	17.8	18.2	18.4
Freq. (MHz)	205.0	204.0	220.0	220.0
Limit (dB)	17.0	17.1	16.4	16.4
Worst Pair	45	45	36	36
PS ACR-F (dB)	18.1	18.3	18.5	19.1
Freq. (MHz)	1.1	1.0	204.0	220.0
Limit (dB)	59.2	60.3	14.1	13.4



	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>N/A</b>				
Worst Pair	36-78	12-36	12-45	12-45
ACR-N (dB)	15.8	17.3	39.2	38.6
Freq. (MHz)	3.3	2.9	240.5	240.5
Limit (dB)	60.9	61.6	-1.7	-1.7
Worst Pair	36	36	45	12
PS ACR-N (dB)	15.4	16.7	40.3	39.1
Freq. (MHz)	3.3	2.9	240.5	241.5
Limit (dB)	58.4	58.6	-4.7	-4.8



	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12	12	45	45
RL (dB)	7.4	8.1	6.8	4.2
Freq. (MHz)	235.5	235.5	250.0	199.0
Limit (dB)	8.3	8.3	8.0	9.0



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 1000BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare™ PC Version 9.7

## D22



**Cable ID: D22**

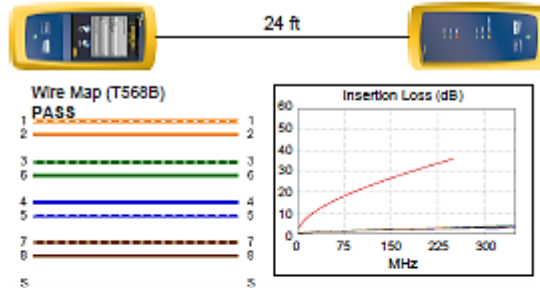
Date / Time: 03/05/2019 10:52:41 AM  
 Headroom 5.8 dB (NEXT 12-45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Operator: ING. GABRIELA LOPEZ  
 Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 12]	24
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 45]	37
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	1
Resistance (ohms)	[Pair 45]	1.48
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	32.6
Frequency (MHz)	[Pair 36]	246.5
Limit (dB)	[Pair 36]	35.6



**Worst Case Margin Worst Case Value**

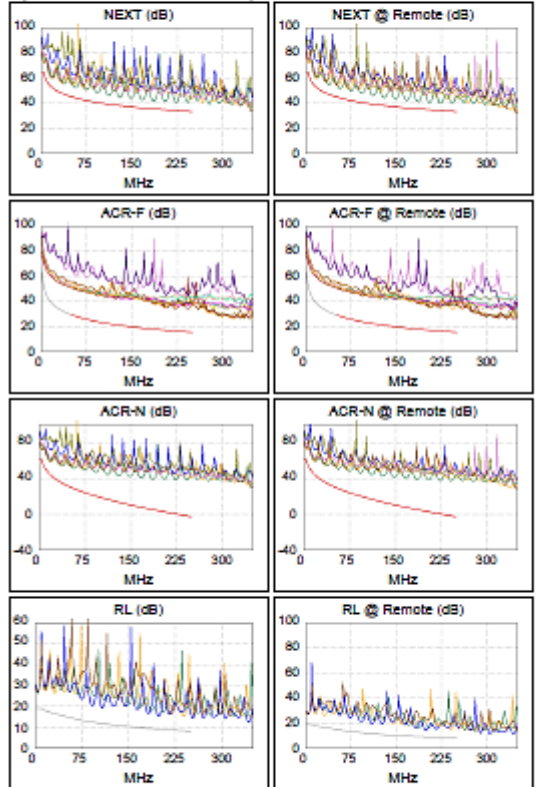
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	12-45	12-45	12-45
NEXT (dB)	6.2	5.8	6.3	6.4
Freq. (MHz)	186.5	223.5	223.5	242.0
Limit (dB)	35.3	34.0	34.0	33.4
Worst Pair	36	36	12	45
PS NEXT (dB)	6.9	7.0	8.6	8.8
Freq. (MHz)	16.8	15.9	242.5	241.5
Limit (dB)	50.3	50.7	30.4	30.4

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-12	12-36	36-12	12-36
ACR-F (dB)	17.8	17.7	18.7	18.3
Freq. (MHz)	206.5	206.5	244.5	244.5
Limit (dB)	17.0	17.0	15.5	15.5
Worst Pair	45	45	12	12
PS ACR-F (dB)	18.0	17.9	19.1	18.9
Freq. (MHz)	1.1	1.0	244.5	221.0
Limit (dB)	59.2	60.3	12.5	13.4

N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	12-45	12-45
ACR-N (dB)	11.7	11.6	40.0	39.1
Freq. (MHz)	3.1	2.9	242.5	242.0
Limit (dB)	61.2	61.6	-2.0	-1.9
Worst Pair	36	36	12	12
PS ACR-N (dB)	11.5	12.2	38.8	39.4
Freq. (MHz)	3.3	3.3	223.5	224.5
Limit (dB)	58.4	58.4	-2.6	-2.8

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36	36	12	45
RL (dB)	10.5	10.2	6.8	5.2
Freq. (MHz)	244.5	246.0	239.5	199.5
Limit (dB)	8.1	8.1	8.2	9.0

Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 100BASE-T      ATM-25            ATM-51  
 ATM-155      100VG-AnyLan    TR-4  
 TR-15 Active    TR-15 Passive



LinkWare™ PC Version 9.7



# D23



<b>Cable ID: D23</b>		<b>Test Summary: PASS</b>	
Date / Time: 03/05/2019 10:53:21 AM	Operator: ING. GABRIELA LOPEZ	Model: DSX-5000	
Headroom 2.8 dB (NEXT 36-45)	Software Version: V5.0 Build 3	Main S/N: 3190031	
Test Limit: TIA Cat 6 Channel	Limits Version: V5.0	Remote S/N: 3183381	
Cable Type: Cat 6 U/UTP	Calibration Date:	Main Adapter: DSX-CHA004	
NVP: 69.0%	Main (Module): 09/12/2016	Remote Adapter: DSX-CHA004	
	Remote (Module): 09/12/2016		

Length (ft), Limit 328	[Pair 78]	30
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 36]	46
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	2
Resistance (ohms)	[Pair 12]	1.75

Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	31.9
Frequency (MHz)	[Pair 36]	245.5
Limit (dB)	[Pair 36]	35.6

	Worst Case Margin		Worst Case Value	
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
NEXT (dB)	2.8	2.8	2.8	2.8
Freq. (MHz)	238.5	239.0	238.5	239.0
Limit (dB)	33.5	33.5	33.5	33.5
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	5.4	5.0	5.4	5.0
Freq. (MHz)	238.5	239.0	238.5	239.0
Limit (dB)	30.5	30.5	30.5	30.5
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-12	12-36	36-12	12-36
ACR-F (dB)	15.7	15.6	15.7	15.6
Freq. (MHz)	214.5	214.5	214.5	214.5
Limit (dB)	16.6	16.6	16.6	16.6
Worst Pair	12	36	12	36
PS ACR-F (dB)	17.4	18.4	17.4	18.4
Freq. (MHz)	215.0	214.5	215.0	214.5
Limit (dB)	13.6	13.6	13.6	13.6
<b>N/A</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	36-45	36-45
ACR-N (dB)	15.2	16.2	34.7	34.7
Freq. (MHz)	2.6	2.9	238.5	239.0
Limit (dB)	61.7	61.6	-1.5	-1.5
Worst Pair	12	45	36	36
PS ACR-N (dB)	16.8	16.8	37.0	36.7
Freq. (MHz)	3.3	4.5	238.5	239.0
Limit (dB)	58.4	55.4	-4.4	-4.5
<b>PASS</b>	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	5.6	4.5	6.4	4.5
Freq. (MHz)	193.0	193.0	249.5	193.0
Limit (dB)	9.1	9.1	8.0	9.1

Compliant Network Standards:

10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
100BASE-T	ATM-25	ATM-51
ATM-155	100VG-AnyLan	TR-4
TR-16 Active	TR-16 Passive	

30 ft

Wire Map (T568B) **PASS**

Insertion Loss (dB)

NEXT (dB)

NEXT @ Remote (dB)

ACR-F (dB)

ACR-F @ Remote (dB)

ACR-N (dB)

ACR-N @ Remote (dB)

RL (dB)

RL @ Remote (dB)

# D24



**Cable ID: D24**

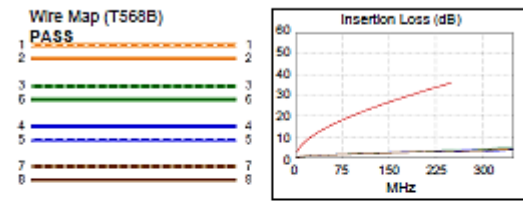
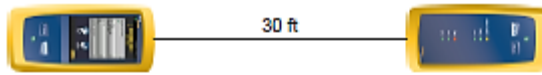
Date / Time: 03/05/2019 10:53:43 AM  
 Headroom 7.4 dB (NEXT 36-45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Operator: ING. GABRIELA LOPEZ  
 Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

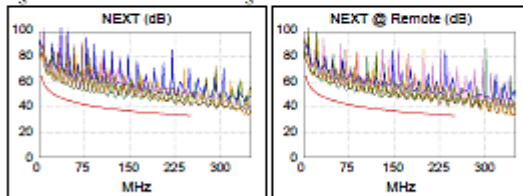
Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 78]	30
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 45]	46
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	2
Resistance (ohms)	[Pair 36]	1.78
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	31.7
Frequency (MHz)	[Pair 36]	244.0
Limit (dB)	[Pair 36]	35.4

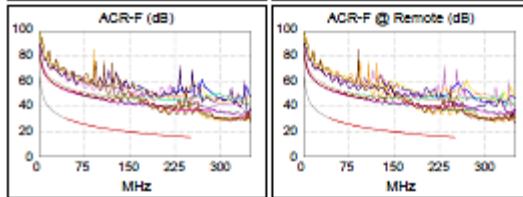


**Worst Case Margin Worst Case Value**

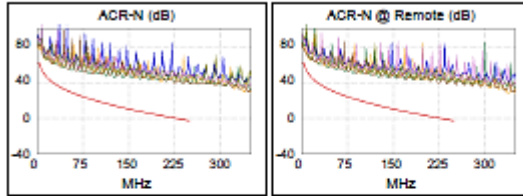
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-45	36-45	12-45	36-45
NEXT (dB)	8.4	7.4	8.6	7.4
Freq. (MHz)	239.0	238.5	250.0	238.5
Limit (dB)	33.5	33.5	33.1	33.5
Worst Pair	45	36	45	45
PS NEXT (dB)	8.5	8.7	8.5	8.8
Freq. (MHz)	250.0	238.5	250.0	250.0
Limit (dB)	30.2	30.5	30.2	30.2



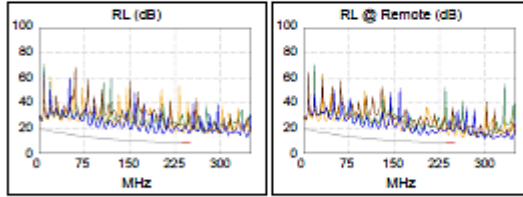
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-12	12-36	36-12	12-36
ACR-F (dB)	16.6	16.6	17.7	17.2
Freq. (MHz)	213.5	213.5	241.5	241.5
Limit (dB)	16.7	16.7	15.6	15.6
Worst Pair	45	36	12	36
PS ACR-F (dB)	18.5	18.6	19.2	18.6
Freq. (MHz)	1.0	212.5	241.5	212.5
Limit (dB)	60.3	13.7	12.6	13.7



N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	36-45	12-45	36-45
ACR-N (dB)	15.7	15.3	41.2	39.4
Freq. (MHz)	2.5	3.9	250.0	238.5
Limit (dB)	61.8	59.3	-2.8	-1.5
Worst Pair	36	36	45	45
PS ACR-N (dB)	16.7	15.6	41.2	41.5
Freq. (MHz)	2.5	3.3	250.0	250.0
Limit (dB)	58.8	58.4	-5.8	-5.8



PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	12	45	12
RL (dB)	7.4	6.3	7.5	6.3
Freq. (MHz)	248.0	250.0	248.5	250.0
Limit (dB)	8.1	8.0	8.0	8.0



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 100BASE-T      ATM-25      ATM-51  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-15 Active      TR-15 Passive

LinkWare™ PC Version 9.7

## D25



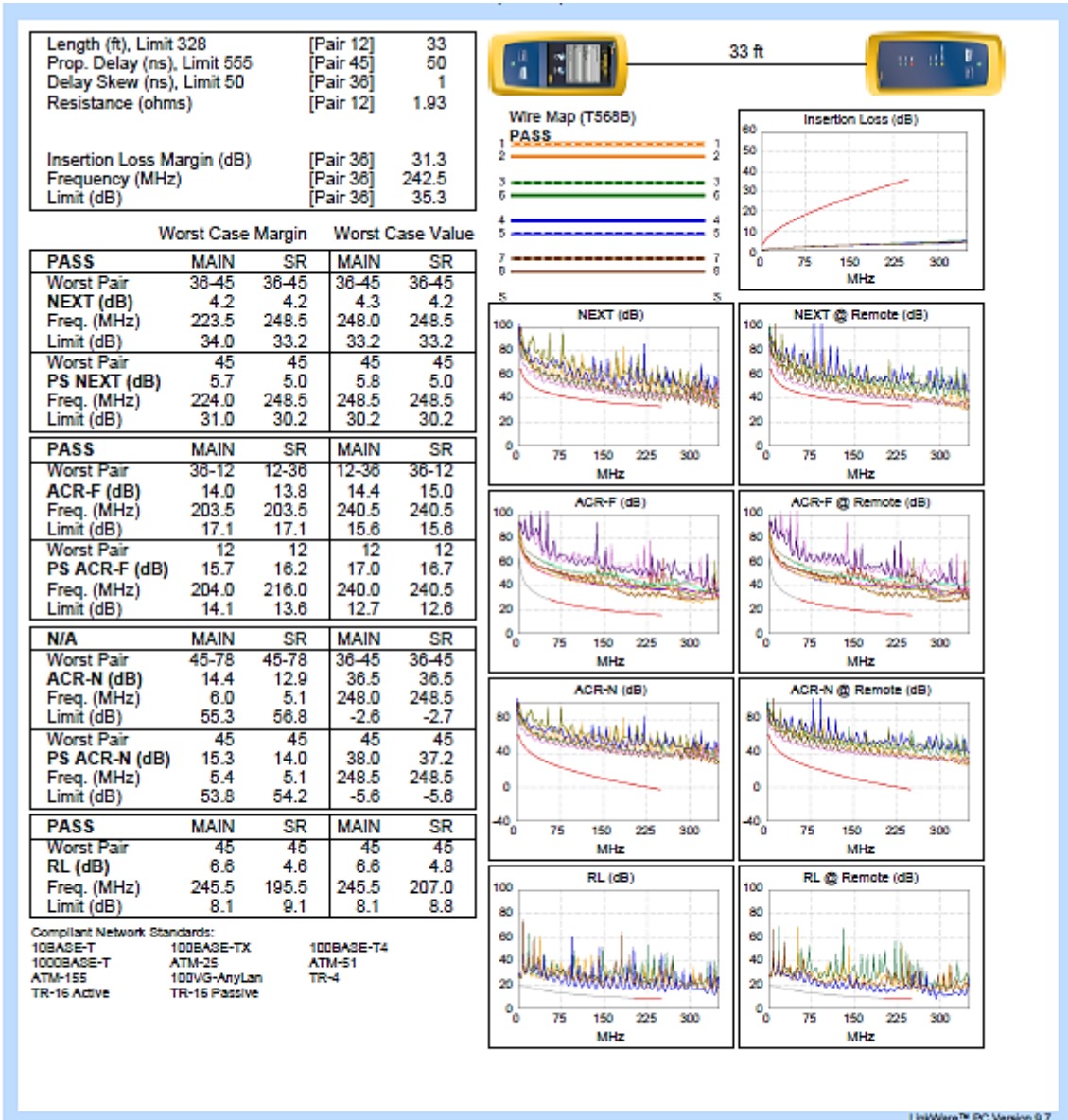
**Cable ID: D25**

Date / Time: 03/05/2019 10:54:09 AM  
 Headroom 4.2 dB (NEXT 36.45)  
 Test Limit: TIA Cat 6 Channel  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Operator: ING. GABRIELA LOPEZ  
 Software Version: V5.0 Build 3  
 Limits Version: V5.0  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 09/12/2016  
 Remote (Module): 09/12/2016

**Test Summary: PASS**

Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3190031  
 Remote S/N: 3183381  
 Main Adapter: DSX-CHA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004



LinkWare™ PC Version 9.7



## ANEXO “D”

## DATASHEET DE SWITCH TP-LINK TL-SG2452

TP-LINK

Datasheet



TP-LINK

**48-Port Gigabit Smart Switch with  
4 SFP Slots**

TL-SG2452

**Overview**

TP-LINK Gigabit Smart Switch TL-SG2452 is equipped with 48 gigabit RJ45 ports and 4 SFP slots. The switch provides high performance, enterprise-level QoS, useful security strategies and rich layer 2 management features.

TP-LINK Gigabit Smart Switch TL-SG2452 is a cost-effective product solution for the small and medium business. TL-SG2452 has useful security features. The Storm Control feature protects against broadcast, multicast and unknown unicast storm. Quality of Service (QoS, L2 to L4) provides enhanced traffic management capabilities to move your data smoother and faster. Any more, the easy-to-use web management interfaces, along with SNMP and RMON, mean faster setup and configuration with less downtime. For workgroup and departments requiring cost-sensitive layer 2 switch and gigabit capability, TP-LINK Gigabit Smart Switch TL-SG2452 provides you the ideal access-edge solution.

**Layer 2 Features**

- Link Aggregation Control Protocol (LACP)
- Static Link Aggregation
- 512 VLANs
- Port Isolation
- STP/RSTP/MSTP
- IGMP Snooping

**Quality of Service**

- 4 priority queues
- Support IEEE 802.1P
- DSCP QoS
- Rate limit feature

**Security Strategies**

- Port Security
- Access Control List(L2~L4 ACL)
- Storm Control
- SSL and SSH encryptions
- DHCP Filtering

**Management**

- Web-based GUI
- Command Line Interface
- SNMP v1/v2/v3
- RMON (1,2,3,9 group)



- Details: <http://www.tp-link.com/support/LocalSupport.asp>
- German/Austrian/Swiss users are not included



# TP-LINK

## 48-Port Gigabit Smart Switch with 4 FTP Slots

### TL-SG2452

**Advanced QoS Features**

To integrate voice, data and video service on one network, the switch applies rich QoS policies. Administrator can designate the priority of the traffic based on a variety of means including Port Priority, 802.1P Priority and DSCP Priority, to ensure that voice and video are always clear, smooth and jitter free.


**Abundant Layer 2 features**

For more application of layer 2 switches, TL-SG2452 supports a complete lineup of layer 2 features, including 802.1Q tag VLAN, Port Isolation, Port Mirroring, STP/RSTP/MSTP, LACP and 802.3x Flow Control function. Any more, the switches provide advanced features for network maintenance such as Loop Back Detection, Cable Diagnostics and IGMP Snooping. IGMP snooping ensures the switch intelligently forward the multicast stream only to the appropriate subscribers while IGMP throttling & filtering restrict each subscriber on a port level to prevent unauthorized multicast access.

**Enterprise Level Management Features**

TL-SG2452 is easy to use and manage. It supports various user-friendly standard management features, such as intuitive web-based Graphical User Interface(GUI), Command Line Interface(CLI) through Telnet Management Mode. SNMP (v1/2/3) and RMON support enables the switch to be polled for valuable status information and send traps on abnormal events.

## Specifications

Hardware Features & Performance		
Product Picture		
Model	TL-SG2452	
Physical Features		
Connector	10/100/1000Mbps RJ45 Ports	48
	Gigabit SFP Ports	4
Power Supply	100-240VAC, 50/60Hz	
FAN Quantity	2	
Certifications	CE, FCC	
Dimensions (W x D x H)	17.3 x 10.2 x 1.7 in. (440 x 250 x 44 mm), 19-Inch Rack mount Steel Case, 1U Height	
Environment	Operating Temperature: 0°C~40°C (32°F~104°F); Storage Temperature: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Operating Humidity: 10%~90% non-condensing; Storage Humidity: 5%~90% non-condensing	
Performance		
Switch Capacity	104Gbps	
Forwarding Rate	77.4Mpps	
MAC Address Table	8k	
Package Buffer Memory	1.5MB	
Jumbo Frame	10240 Bytes	

## Software Features

### L2 Switching Features

- **Link Aggregation**
    - Support 802.3ad LACP
    - Support static link aggregation
    - Up to 6 aggregation groups, containing 4 ports per group
  - **Spanning Tree Protocol(STP)**
    - IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol
    - IEEE 802.1W Rapid Spanning Tree Protocol
    - IEEE 802.1S Multiple Spanning Tree Protocol
    - STP Security: Loop back detection, TC Protect, BPDU Filter/Protect, Root Protect
  - **Multicast**
    - Support IGMP Snooping V1/V2/V3, up to 256 groups
    - Support multicast VLANs, IGMP Immediate Leave, Unknown IGMP Throttling, IGMP Filtering, Static Multicast IP
  - **VLAN**
    - Support up to 512 VLANs simultaneously (out of 4K VLAN IDs)
- IEEE 802.3x flow control for Full Duplex mode and backpressure for Half Duplex mode

### Quality of Service (QoS)

- Support 802.1p CoS/DSCP priority
- Support 4 priority queues
- Queue scheduling: SP, WRR, SP+WRR
- Port/Flow-based Rate Limiting
- Voice VLAN assure voice applications much smoother performance

### Advanced Security Strategies

- Support Broadcast, Multicast and Unknown Unicast Storm Control
- Static/Dynamic Port Security (MAC-based)
- Access Control List (ACL)-L2~L4 package filtering based on source and destination MAC address, IP address, TCP/UDP ports
- SSL and SSH encryptions

### Management

- Support Web-based GUI management mode
- Command Line Interface(CLI) through Telnet Management Mode
- SNMP v1/v2c/v3
- RMON (1, 2, 3, 9 groups)
- DHCP/BOOTP Client
- CPU Monitoring
- Port Mirroring (Many to One)

- Cable Diagnostics feature
- Ping/Tracert feature
- System Log

### Ethernet Protocols

- IEEE 802.3i 10BASE-T
- IEEE 802.3u 100BASE-TX/FX
- IEEE 802.3ab 1000BASE-T
- IEEE 802.3z 1000BASE-X
- IEEE 802.3x Flow control
- IEEE 802.1p QoS
- IEEE 802.1q VLANs / VLAN tagging
- IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol (STP)
- IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree (RSTP)
- IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree (MSTP)

### MIBs

- MIB II (RFC1213)
- Interface MIB (RFC2233)
- Ethernet Interface MIB (RFC1643)
- Bridge MIB (RFC1493)
- P/Q-Bridge MIB (RFC2674)
- RMON MIB (RFC2819)
- RMON2 MIB (RFC2021)
- Remote Ping, Traceroute MIB (RFC2925)
- Support TP-LINK private MIBs

## Ordering Information

Host Switch	
Product Model	Description
TL-SG2452	48-Port Gigabit Smart Switch with 4 SFP slots
Router	
Product Model	Description
TL-ER6120	SafeStream Gigabit Dual-WAN VPN Router
TL-ER5120	Gigabit Load Balance Broadband Router
SFP Modules	
Product Model	Description
TL-SM311LS	Gigabit SFP module, Single-mode, LC interface, Up to 10km distance
TL-SM311LM	Gigabit SFP module, Multi-mode, LC interface, Up to 550m distance
TL-SM331A	Gigabit WDM Bi-Directional SFP Module, single-mode, LC connector, TX:1550nm/RX:1310nm, 10km
TL-SM331B	Gigabit WDM Bi-Directional SFP Module, single-mode, LC connector, TX:1310nm/RX:1550nm, 10km
Media Converter	
Product Model	Description
MC21DC5	Gigabit single-mode SC SFP Transceiver, up to 150m, chassis mountable
MC200CM	Gigabit multi-mode SC SFP Transceiver, up to 550m, chassis mountable
MC220L	Gigabit SFP slot supporting mini-GSFC modules, chassis mountable
MC1400	14-slot power supply chassis for TP-LINK Media Converter, 1U-inch rack mountable

## ANEXO "E"

## DATASHEET CABLE UTP CATEGORIA 6 PANDUIT

## Cable de Cobre NetKey™ Categoría 6 U/UTP

El Cable de Cobre Categoría 6 UTP cumple con los Estándares de Canal ANSI/TIA-568-C.2 Categoría 6 e ISO 11801 2ª Edición Clase E. Los conductores de cobre son 24AWG con aislados mediante polietileno de alta densidad HDPE. Los conductores de cobre están trenzados por pares, separados por una cinta divisora y envueltos todos ellos por una cubierta LSZH o de PVC (CM o CMR)



## información técnica

<b>Rendimiento eléctrico</b>	Canal certificado en una configuración de 4 conectores de hasta 100 metros, cumple ANSI/TIA/EIA-568-C.2 Categoría 6 y los requerimientos de Canal según ISO 11801 2ª Edición Clase E
<b>Conductores/Aislantes:</b>	Cobre sólido 24 AWG aislado con polietileno de alta densidad HDPE
<b>Tasa de Inflamabilidad:</b>	LSZH - IEC 60332-1, IEC 60754-1, IEC 60754-2, IEC 61034-2 PVC (CM) - UL1685 PVC (CMR) - UL1666
<b>Cumplimiento PoE:</b>	Cumple con IEEE 802.3af e IEEE 802.3at para aplicaciones PoE
<b>Tensión de Instalación:</b>	110N (25lbf) máximo
<b>Cubierta del cable:</b>	LSZH - Baja Emisión de Humos, Cero Halógenos CM - PVC CMR - Retardante a la Llama PVC
<b>Diámetro de cable:</b>	5.6 mm (0.222 in.) - nominal
<b>Peso del cable:</b>	LSZH - 12.5 kg/305m (27 lbs./1000 ft.) CM - 12 kg/305m (26 lbs./1000 ft.) CMR - 13 kg/305m (28 lbs./1000 ft.)
<b>Empaquetados:</b>	Caja de 305m (1000 ft.) LSZH - 14.5 kg/305m (30 lbs./1000 ft.) PVC (CM) - 14 kg/305m (29 lbs./1000 ft.) PVC (CMR) - 15 kg/305m (31 lbs./1000 ft.) Embalaje testado según ISTA proc.1A

## características principales y beneficios

<b>Testado por Laboratorio Independiente</b>	El cable ha sido certificado como parte del Sistema de Cableado NetKey™ Categoría 6 UTP por un organismo independiente en sus laboratorios cumpliendo con los requerimientos eléctricos de canal conforme al Estándar de Categoría 6 ANSI/TIA-568-C.2
<b>Marcaje del cable - longitud descendente</b>	Identificación sencilla del cable restante, reduce los tiempos de instalación y los desechos de cable
<b>Cinta divisora</b>	Separa los pares trenzados para un rendimiento robusto del cable
<b>Atenuación reducida</b>	Maximiza la cantidad de señal que llega al receptor y maximiza el ancho de banda
<b>Caja</b>	Asegura el rendimiento y proporciona una instalación rápida

## aplicaciones

Se Incluyen:

- Ethernet 10BASE-T, 100BASE-T (Fast Ethernet) y 1000BASE-T (Gigabit Ethernet)
- 155 Mb/s ATM, 622 Mb/s ATM, 1.2 Gb/s ATM
- Token ring 4/16

[www.panduit.com](http://www.panduit.com)

# PANDUIT™

DATA SHEET

## Componentes de Red NetKey™

## Cable de Cobre UTP NetKey™

LSZH: NUL6C04BU-C\*  
CM: NUC6C04BU-C\*  
CMR: NUR6C04BU-C

## Módulo Jack NetKey™ Categoría 6 UTP

Punchdown: NK688MIW\*\*

## Letiguillo NetKey™ Categoría 6 UTP

Longitud en pies: NK6PC3\*Y  
Longitud en metros: NK6PC1M\*\*Y

## Paneles de Parcheo NetKey™ Categoría 6 Punchdown

12-puertos: NK6PPG12WY  
24-puertos, 1U: NK6PPG24Y  
48-puertos, 2U: NK6PPG48Y

## Paneles de Parcheo NetKey™ Categoría 6 Punchdown Molded

24-puertos, 1U: NK6PP24P  
48-puertos, 2U: NK6PP48P

## Paneles de Parcheo Modular NetKey™ Flush Mount

Angular, 24-puertos 1U: NKPPA24FMY  
Angular, 48-puertos, 2U: NKPPA48FMY  
Plano, 24-puertos, 1U: NKPP24FMY  
Plano, 48-puertos, 2U: NKPP48FMY

## Panel de Parcheo NetKey™ Modular Molded

24-puertos, 1U: NKPP24P  
48-puertos, 2U: NKPP48P

## Herramientas de Terminación y Preparación del Cable

Herramienta de Terminación JackRapid™: JR-PAN-2  
Herramienta de Corte del Conductor: CWST  
Herramienta de Pelado del Conductor: CFAST

\*Para colores estándar diferentes al azul BU (azul) sustituir BU en la referencia por WH (Blanco) o IG (Gris Internacional). Contactar con el Servicio de Atención al Cliente para disponibilidad en la región. Los paneles estándares están configurados en 2 niveles, 10 cartones por nivel, 20 cartones por panel. Añadir E al final de la referencia para paneles Europeos configurados en 2 niveles, 7 cartones por nivel, total 14 cartones por panel.

\*\*Para colores diferentes al Estándar Blanco hueso, sustituir el sufijo E (Marfil Eléctrico), IG (Gris Internacional), WH (Blanco), BL (Negro), BU (Azul), RD (Rojo), YL (Amarillo), GR (Verde) o VL (Violeta). Añadir -Q al final de la referencia para pack de 25.

\*\*Para longitudes estándares en pies diferentes a 3 pies, sustituir el 3 en la referencia con 5, 7, 10, 14 o 20. Para colores estándares diferentes al Blanco hueso, añadir el sufijo BU (Azul), RD (Rojo), YL (Amarillo) o GR (Verde) antes de la Y al final de la referencia. Por ejemplo, la referencia para un letiguillo azul Categoría 6 de 5 metros es NK6PC5BUY.

\*\*Para longitudes estándares en metros diferentes a 1 metro, sustituir el 1 en la referencia por 2, 3, 4 o 5. Para colores estándares diferentes al blanco hueso, añadir el sufijo BU (Azul), RD (Rojo), YL (Amarillo) o GR (Verde) antes de la letra "Y" y al final de la referencia.

Por ejemplo, la referencia de un letiguillo azul Cat6 de 5 metros sería NK6PC5MBUY.

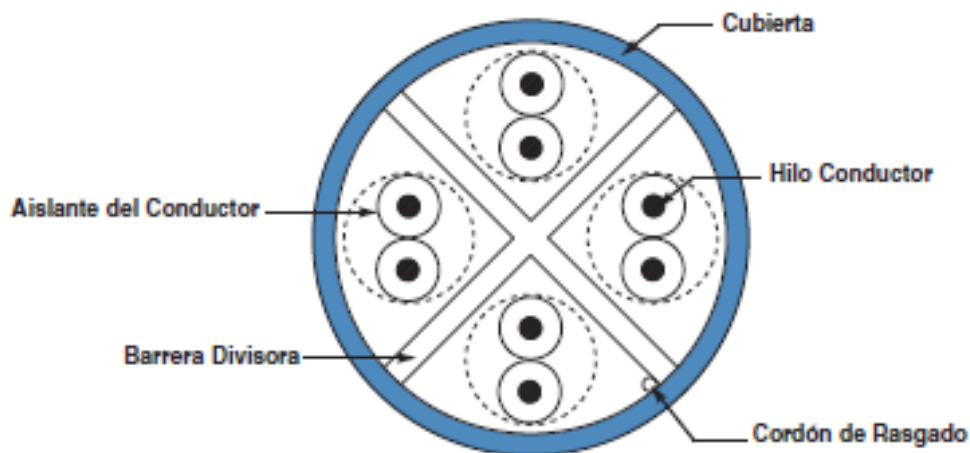
La herramienta de terminación Fluke JackRapid™ está disponible a través de la Distribución. Para localizar una oficina local, visitar [www.flukenetworks.com/contact](http://www.flukenetworks.com/contact). JackRapid™ es una marca registrada de Fluke Networks.

## Cable de Cobre NetKey™ Categoría 6 U/UTP

### especificaciones adicionales:

Test Mecánico	
Resistencia a la Rotura	>400 N (90 lb.)
Radio mínimo de Curvatura	4 x diámetro del cable
Test Eléctrico	
Velocidad Nominal de Propagación (NVP)	65%

### construcción del Cable



#### WORLDWIDE SUBSIDIARIES AND SALES OFFICES

PANDUIT CANADA  
Markham, Ontario  
cs-cdn@panduit.com  
Phone: 800.777.3300

PANDUIT EUROPE LTD.  
London, UK  
cs-emea@panduit.com  
Phone: 44.20.8201.7200

PANDUIT SINGAPORE PTE. LTD.  
Republic of Singapore  
cs-ap@panduit.com  
Phone: 65.6305.7575

PANDUIT JAPAN  
Tokyo, Japan  
cs-japan@panduit.com  
Phone: 81.3.6863.6000

PANDUIT LATIN AMERICA  
Guadalajara, Mexico  
cs-la@panduit.com  
Phone: 52.33.3777.6000

PANDUIT AUSTRALIA PTY. LTD.  
Victoria, Australia  
cs-as@panduit.com  
Phone: 61.3.9794.9000

For a copy of Panduit product warranties, log on to [www.panduit.com/warranty](http://www.panduit.com/warranty)

For more information

Visit us at [www.panduit.com](http://www.panduit.com)

Contact Customer Service by email:  
[cs-emea@panduit.com](mailto:cs-emea@panduit.com)

**PANDUIT™**

©2013 Panduit Corp.  
ALL RIGHTS RESERVED.  
**NDK529-WW-SPR**  
Replaces WW-NDK513-SPR  
11/2013

## ANEXO "F"

## ACTA DE ENTREGA -RECEPCION LABORATORIO 304



"Responsabilidad con pensamiento positivo"

## PROYECTO INTEGRADOR DE CARRERA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE CABLEADO ESTRUCTURADO EN EL LABORATORIO 304 CATEGORÍA 6, EQUIPO SWITCH DE CAPA 2 CON 24 PUERTOS GETHERNET Y 4 PUERTOS PARA MÓDULOS SFP COMPATIBLES CON TRANSCEIVERS ELÉCTRICOS Y ÓPTICOS, PARA LA INTEGRACIÓN CON LA NUEVA RED DE FIBRA ÓPTICA DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL.**

## ACTA DE ENTREGA –RECEPCION

En la ciudad de Quito, el 06 de junio del 2019, comparecen el Sr. Tlgo. Ricardo Mauricio Llamatumbi Muñoz como estudiante del décimo semestre de la Universidad Israel y el Sr. Ing. Edwin Lagos, como Director de Recursos Tecnológicos de la Universidad Israel; quienes, en cumplimiento al Plan propuesto como componente para el Proyecto Integrador de Carrera (PIC), mediante el presente las partes acuerdan suscribir la presente ACTA DE ENTREGA- RECEPCION de los siguientes bienes:

EQUIPOS Y MATERIALES			
CANTIDAD	UNIDAD	MARCA	DESCRIPCIÓN
25	Unidades	Panduit	Puntos de datos Cat 6
25	Unidades	Panduit	Certificaciones 1000 BASE-T;100BASE-TX;10BASE-T;
25	Unidades	Panduit	Patch cord 3 pies
25	Unidades	Panduit	Patch cord 7 pies
1	Unidades	Connection	Organizador horizontal de 2 UR frontal
1	Unidades	Beaucoup	Rack abierto de pared de 19 pulgadas, 8 UR



"Responsabilidad con pensamiento positivo"

1	Unidades	Panduit	Patch panel modular
1	Unidades	Connection	Multitoma eléctrico para rack 19 pulgadas
1	Unidades	TP-LINK	SWITCH TP-LINK SMART GIGABIT T1600G-52TS/48-PUERTOS. T1SG2452/10/100/1000Mbps/ADMINISTRABLE/GARANTIA 1 AÑO SN:216701200221
1	Unidades	TP-LINK	MODULO LC MINI-GBIC MM SM311LM
1	Unidades	QUEST	Adaptador SC DX MM NF03024
1	Unidades	Connection	Cable patch cord de fibra LC/SC Dúplex de modo sencillo adaptador S,3/125 Hembra-Hembra
1	Unidades	DEXON	Materiales necesarios (Cajetines, canaletas, accesorios, cinta velcro, tornillos, tacos)

Se deja constancia que los bienes y servicios recibidos cumplen con las características técnicas señaladas en el respectivo informe entregado en el área Tecnológica; además, se entrega la garantía técnica del equipo y documentos de la certificación correspondiente.

Entregue Conforme

Recibi conforme

Tlgo Ricardo Mauricio Llamatumbi Muñoz  
Estudiante de la Universidad Israel

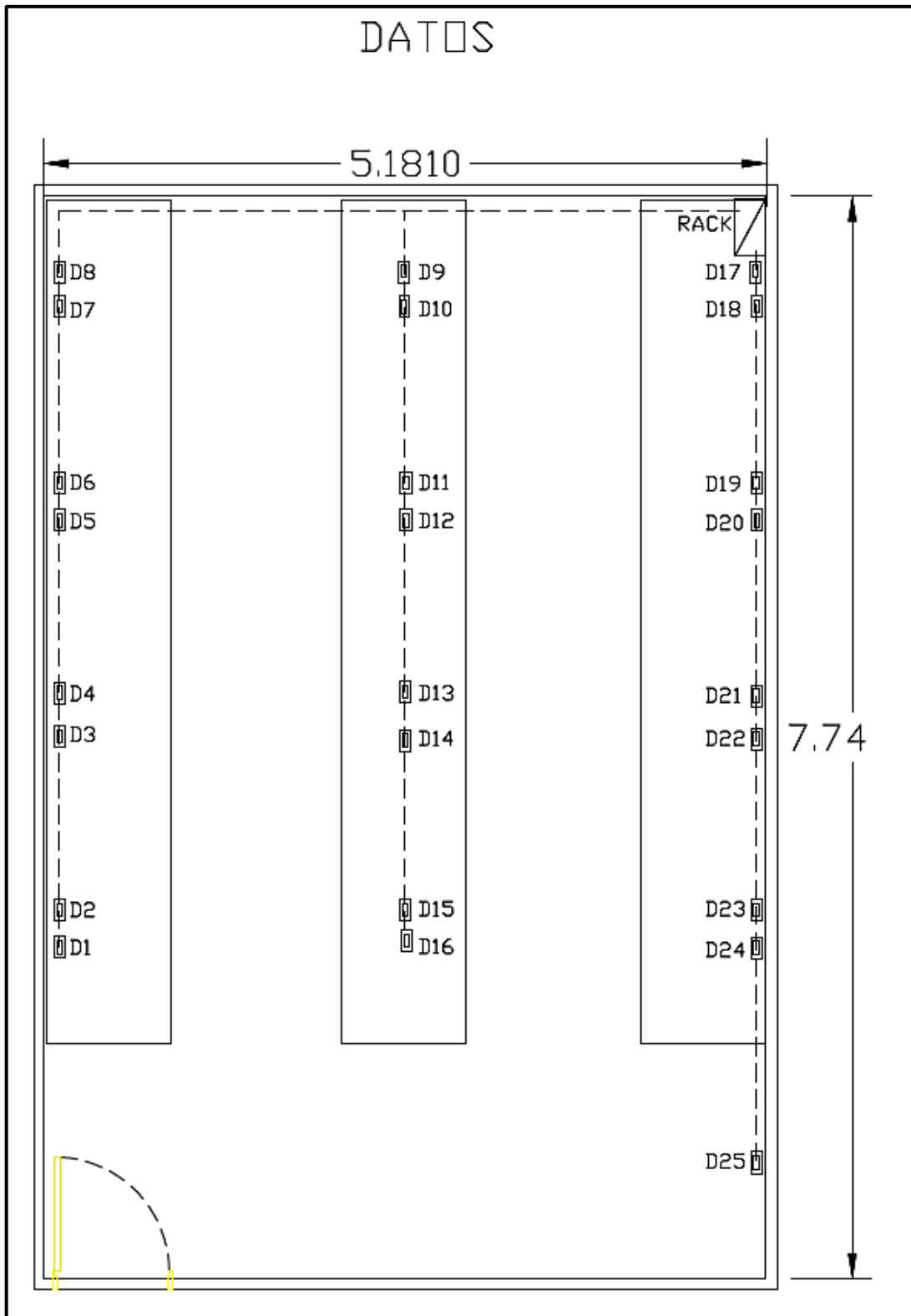


Ing. Edwin Lagos,  
Director de Recursos Tecnológicos



### ANEXO "G"

## DIAGRAMA UNIFILAR DE LA UBICACIÓN DE PUNTOS DE RED DEL LABORATORIO 304



## ANEXO “H”

## CERTIFICADO DE CERTIFICACION DE LA RED DE DATOS



ASUNTO: INFORME TECNICO

Quito, 03 de mayo del 2019

El departamento técnico de Martel, una vez realizada la certificación de los puntos seleccionados el día 03 de mayo del año en curso, ha realizado el siguiente:

## INFORME TECNICO

DE LA ADMINISTRACION

Los puntos de datos instalados en el laboratorio 304 ubicado en la Universidad Israel de la ciudad de Quito provincia de Pichincha, se encuentra identificada de acuerdo a la norma ANSI/ EIA /TIA-608-A (ISO 14783.1) "Estándar de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales"; la cual sugiere, considerar etiquetas de identificación en el Cuarto de Telecomunicaciones (TR) así como en el Área de Trabajo (WA).

La red dispone de un esquema de identificación completo en Areas de trabajo y Back, lo cual facilitó los trabajos de certificación de cableado estructurado.

Los puntos del laboratorio 304 ubicado en la Universidad Israel de la ciudad de Quito provincia de Pichincha disponen del siguiente esquema de identificación:

Identificación del servicio	Identificación del puerto
D	01

Tabla 1. Formas de etiquetado

- 1 Corresponde a la identificación del servicio.
- 2 Corresponde a la identificación del puerto.

Ejemplo:

D01

Datos 01



### DE LA INFRAESTRUCTURA /

Los puntos de datos en el laboratorio 304 ubicado en la Universidad Israel de la ciudad de Quito provincia de Pichincha CUMPLE con las normas de cableado estructurado ANSI/ EIA /TIA 568 C "Estandar de Cableado Estructurado para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales"; la cual exige una correcta y estética terminación del Cableado Horizontal dentro del Rack en el Cuarto de Telecomunicaciones (TB).

### DE LA RED

Se realizaron pruebas de Cat 6 U/UTP de canal a una frecuencia de operación 250MHz respectivamente, tal como lo describe la norma T568B.2 los puntos de datos instalados en el laboratorio 304 ubicado en la Universidad Israel.

Se procedió a certificar los puntos obteniendo los siguientes resultados:

- Número de puntos de red certificados: 25
- Número de puntos aprobados con PASA: 25
- Número de puntos denegados con Falla:00

En la Tabla 1 se puede observar un resumen de los puntos certificados.

Cable ID	Fecha / Hora	Terminación	Longitud	Test (dB)	Media	PLDT	PL
<a href="#">D001</a>	02/05/2019 12:43:09 AM	PASA	48 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	5.9 dB	5.7 dB
<a href="#">D002</a>	02/05/2019 12:43:44 AM	PASA	48 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	5.6 dB	5.7 dB
<a href="#">D003</a>	02/05/2019 12:43:15 AM	PASA	48 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	4.6 dB	6.0 dB
<a href="#">D004</a>	02/05/2019 12:43:55 AM	PASA	48 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	4.8 dB	6.0 dB
<a href="#">D005</a>	02/05/2019 12:44:00 AM	PASA	38 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	7.1 dB	5.9 dB
<a href="#">D006</a>	02/05/2019 12:44:06 AM	PASA	38 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	6.3 dB	7.0 dB
<a href="#">D007</a>	02/05/2019 12:44:00 AM	PASA	34 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	6.4 dB	5.0 dB
<a href="#">D008</a>	02/05/2019 12:46:00 AM	PASA	34 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	5.6 dB	5.9 dB
<a href="#">D009</a>	02/05/2019 12:46:00 AM	PASA	40 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	7.9 dB	6.3 dB
<a href="#">D10</a>	02/05/2019 12:47:00 AM	PASA	48 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	4.0 dB	6.3 dB
<a href="#">D11</a>	02/05/2019 12:47:40 AM	PASA	37 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	5.5 dB	5.5 dB
<a href="#">D12</a>	02/05/2019 12:48:07 AM	PASA	37 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	7.1 dB	6.0 dB
<a href="#">D13</a>	02/05/2019 12:48:01 AM	PASA	32 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	5.1 dB	5.7 dB
<a href="#">D14</a>	02/05/2019 12:48:55 AM	PASA	32 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	6.6 dB	5.7 dB
<a href="#">D15</a>	02/05/2019 12:48:28 AM	PASA	28 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	4.6 dB	5.9 dB
<a href="#">D16</a>	02/05/2019 12:48:00 AM	PASA	38 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	5.2 dB	6.3 dB
<a href="#">D17</a>	02/05/2019 12:50:25 AM	PASA	18 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	4.3 dB	3.5 dB
<a href="#">D18</a>	02/05/2019 12:50:00 AM	PASA	18 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	4.9 dB	4.5 dB
<a href="#">D19</a>	02/05/2019 12:51:00 AM	PASA	18 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	5.0 dB	5.1 dB
<a href="#">D20</a>	02/05/2019 12:51:07 AM	PASA	18 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	5.1 dB	4.9 dB
<a href="#">D21</a>	02/05/2019 12:52:23 AM	PASA	34 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	6.1 dB	7.3 dB
<a href="#">D22</a>	02/05/2019 12:52:41 AM	PASA	34 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	5.8 dB	12.3 dB
<a href="#">D23</a>	02/05/2019 12:53:01 AM	PASA	32 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	3.8 dB	4.5 dB
<a href="#">D24</a>	02/05/2019 12:53:00 AM	PASA	32 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	7.4 dB	6.3 dB
<a href="#">D25</a>	02/05/2019 12:53:00 AM	PASA	32 Ft	TIA Cat 6 Channel	Terminated Return	4.3 dB	4.6 dB

Tabla 1. Resumen de puntos de red certificados



El equipo utilizado para la certificación, el D8X 5000 de la marca FLUKE, da como resultado los parámetros antes vistos.

### CONCLUSIÓN

Ya que todos los resultados son SATISFACTIVOS podemos asegurar que de los puntos se encuentran en buen estado, por lo tanto, los puntos del laboratorio 804 ubicados en la Universidad Israel, se encuentran listos para su funcionamiento.

Confiamos en que este informe les sea de utilidad al momento de tomar su decisión.

Sin otro asunto, me despido atentamente.

Ing. Gabriela López  
Departamento Técnico de Martel