

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO EN LA ZONA NORTE DEL LABORATORIO 15 DE LA ESFOT**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**Alexander Orlando Conde Llamatumbi**

alexander.conde@epn.edu.ec

**Jordy Roman Pacheco Ulloa**

jordy.pacheco@epn.edu.ec

**DIRECTOR: ING. GABRIELA KATHERINE CEVALLOS SALAZAR, MSC.**

gabriela.cevalloss@epn.edu.ec

**CODIRECTOR: ING. MÓNICA DE LOURDES VINUEZA RHOR, MSC.**

monica.vinueza@epn.edu.ec

**Quito, noviembre 2021**

# CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por los Srs. Conde Llamatumbi Alexander Orlando y Pacheco Ulloa Jordy Roman, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGOS EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES, bajo nuestra supervisión:



---

Ing. Gabriela Cevallos MSc.  
**DIRECTORA DEL PROYECTO**

---

Ing. Mónica de Lourdes Vinueza MSc.  
**CODIRECTORA DEL PROYECTO**

## DECLARACIÓN

Nosotros Conde Llamatumbi Alexander Orlando con CI: 172322606-2 y Pacheco Ulloa Jordy Roman con CI: 172498946-0 declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entregamos toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

---

Alexander Orlando Conde Llamatumbi

---

Jordy Roman Pacheco Ulloa

## **DEDICATORIA**

Dedicado a quien día a día me permitió no solamente despertar y vivir mi vida sino guiarme en cada paso dándome salud, firmeza y enfoque hacia cada objetivo que me he propuesto alcanzar, a quien en innumerables ocasiones extendió su mano brindándome su presencia y haciéndome entender que todo aquel que se esfuerza obtiene sus recompensas, toda la honra y gloria sea para ti Dios.

Dedicado a mi madre Elvia y mi padre Luis quienes con su apoyo constante y su arduo trabajo me permitieron seguir y culminar mi carrera universitaria, espero llenarlos de orgullo siempre, los amo.

*Alexander Conde*

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre Elvia a quien gracias a su inalcanzable lucha e interminable amor me ha permitido llegar hasta este punto de mi vida, gracias por todas sus enseñanzas, por inculcarme valores como honestidad y humildad, por nunca darse por vencida por más difícil que hayan sido las circunstancias, sus valores y su esencia viven dentro de mí y sé que me acompañarán por siempre.

A mi padre Luis por enseñarme lo que es el trabajo y lo que significa la disciplina, aspectos importantes que me ayudaron durante mi carrera y que me guiarán durante el transcurso de mi vida y mi carrera profesional.

A mis hermanos Andrea y Kevin quienes forman un pilar fundamental en mi vida gracias a su apoyo constante, sé que estamos para cosas grandes.

A mis tías Angi, Anita, Daysi, mi abuelita Carmen y toda mi familia que han aportado cada granito de arena para alcanzar este gran logro.

A mi directora de tesis Ing. Gabriela Cevallos por todo su esfuerzo y gran ayuda para con nosotros durante la realización del presente proyecto.

A mis amigos con quienes compartí gratos momentos tanto dentro como fuera de la universidad, gracias por haber hecho de esta una de las mejores etapas de mi vida.

*Alexander Conde*

## **DEDICATORIA**

Dedico a Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y mi principal pilar para afrontar los retos que me ha presentado la vida, él que en todo momento ha estado a mi lado ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez.

Dedico este logro a mi madre Paulina Ulloa y mi padre Roman Pacheco por sacrificar sus sueños para ayudarme a cumplir los míos, por inculcar en mí el no temer a las adversidades, por forjar la persona que soy, sin ustedes, sus consejos, su amor y su cariño no habría llegado hasta donde estoy, los amo.

*Jordy Pacheco*

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre Paulina que, con amor infinito, dedicación y paciencia ha entregado su vida a cuidar de mí y mi hermana, ella que me acompañó cada larga y agotadora noche de estudio, ella que anhela lo mejor para mi vida, ella quien con su bendición diaria protege mi camino. Por eso y más este logro va dedicado para la mejor madre del mundo.

A mi padre Roman que desde niño me ha enseñado a luchar por mis sueños y a esforzarme todos los días para volverlos realidad.

A mi hermana Alisson quien es mi ejemplo a seguir, ella siempre me ha demostrado que nada en esta vida es imposible.

A mi sobrinito Mathyas quien es la felicidad de mi casa que con su llegada me enseñó que cuando uno tiene a su familia unida lo tiene todo.

A todos los docentes que han formado parte de mi preparación académica, por haber ayudado con sus conocimientos a mi formación profesional, y de manera especial a la Ing. Gabriela Cevallos mi tutora de tesis quien ha invertido de manera desinteresada tiempo, paciencia, experiencia y motivación para ayudarme a culminar mis estudios con éxito.

A los amigos que me ha regalado esta aventura en la Escuela Politécnica Nacional, ellos que me han enseñado el significado de la amistad.

*Jordy Pacheco*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1	Objetivo general .....	1
1.2	Objetivos específicos.....	2
1.3	Fundamentos.....	2
	Sistema de cableado estructurado.....	2
	Elementos de un SCE.....	2
	Normas o estándares de un SCE .....	3
	Componentes de un cableado estructurado.....	4
2	<b>METODOLOGÍA</b> .....	7
2.1	Descripción de la metodología usada .....	8
3	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	9
3.1	Análisis de la situación actual del laboratorio 15.....	9
	Área de Trabajo .....	11
	Cableado Horizontal .....	12
	<i>Rack</i> de comunicaciones .....	17
	Enlace de <i>backbone</i> .....	18
3.2	<b>Diseño del sistema de cableado estructurado</b> .....	19
	Análisis del tipo de categoría de cable UTP .....	21
	Análisis del tipo de marca del cableado estructurado .....	23
	Análisis de la elección del tipo de <i>switch</i> para el SCE a implementarse .....	24
3.3	Implementación del sistema de cableado estructurado.....	27
	Implementación del cableado horizontal .....	30
	<i>Rack</i> de comunicaciones .....	37
	Enlace de <i>backbone</i> .....	40
3.4	Pruebas de funcionamiento y certificación del cableado estructurado .....	42
	Pruebas de conectividad de los puntos de red.....	42
	Certificación del SCE implementado.....	43

Pruebas de conectividad de los puntos de red.....	52
<b>4 CONSLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>53</b>
4.1 Conclusiones .....	53
4.2 Recomendaciones .....	54
<b>5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>56</b>
ANEXOS.....	i
Anexo 1: Certificaciones de los puntos de red .....	ii
Anexo 2: <i>Datasheet</i> de los elementos del SCE.....	xix
Anexo 3: Acta de entrega y recepción de los <i>patch cord</i> CAT 6a Panduit.....	xxx
Anexo 4: Detalle del funcionamiento y etiquetado de los puntos de red.....	xxxii

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Elementos de un SCE.....	3
<b>Figura 1.2</b> Normas de conexión T568A y T568B.....	4
<b>Figura 1.3</b> <i>Rack</i> abatible .....	5
<b>Figura 1.4</b> <i>Patch Panel</i> .....	5
<b>Figura 1.5</b> UTP Categoría 6A Panduit .....	6
<b>Figura 1.6</b> <i>Switch</i> Cisco Catalyst 2950 .....	6
<b>Figura 1.7</b> <i>Switch</i> HP Enterprise HPE-1420-24G .....	7
<b>Figura 1.8</b> Certificador TEST-PRO CV100-K50 .....	7
<b>Figura 3.1</b> Plano antigua distribución de las áreas de trabajo en el laboratorio 15 .....	10
<b>Figura 3.2</b> Vista posterior de las estaciones de trabajo antes de la implementación .	11
<b>Figura 3.3</b> Vista frontal de las estaciones de trabajo antes de la implementación .....	11
<b>Figura 3.4</b> <i>Patch cords</i> utilizados en las estaciones de trabajo .....	12
<b>Figura 3.5</b> <i>Patch cords</i> conectados a los puntos de red.....	12
<b>Figura 3.6</b> Cableado categoría 6A 23 AWG Panduit existente en el laboratorio 15 ...	13
<b>Figura 3.7</b> LAN <i>Tester</i> marca NEXXT .....	14
<b>Figura 3.8</b> Verificación del funcionamiento del cableado horizontal en el <i>rack</i> .....	14
<b>Figura 3.9</b> Verificación del funcionamiento del cableado horizontal.....	15
<b>Figura 3.10</b> Punto de red con problemas .....	15
<b>Figura 3.11</b> Organización antigua del cableado horizontal .....	16
<b>Figura 3.12</b> Estado de los puntos de red 13, 14 y 15 del laboratorio .....	16
<b>Figura 3.13</b> <i>Rack</i> de comunicaciones antes de la implementación.....	17
<b>Figura 3.14</b> <i>Switch</i> Cisco <i>Catalyst</i> 2950 antes de la implementación .....	17
<b>Figura 3.15</b> <i>Switch</i> 3COM 4200 antes de la implementación .....	18
<b>Figura 3.16</b> Enlace <i>backbone</i> laboratorio 14 y laboratorio 15 de la ESFOT .....	18
<b>Figura 3.17</b> Diseño del nuevo SCE para la zona norte del laboratorio 15.....	20
<b>Figura 3.18</b> Ruta del enlace <i>backbone</i> laboratorio 15 - oficinas 2 ESFOT.....	21
<b>Figura 3.19</b> <i>Face plates</i> marca Panduit adquiridos .....	29
<b>Figura 3.20</b> <i>Jack</i> categoría 6A Panduit adquirido .....	29
<b>Figura 3.21</b> <i>Patch cords</i> categoría 6A Panduit adquiridos .....	30
<b>Figura 3.22</b> <i>Switch</i> HP Enterprise HPE-1420-24G 1 adquirido.....	30
<b>Figura 3.23</b> Tendido de cable del SCE del laboratorio 15 mediante canaletas .....	31
<b>Figura 3.24</b> Agrupación del cableado en canaletas mediante el uso de cinta velcro .	31
<b>Figura 3.25</b> Partes del <i>jack</i> RJ45 hembra .....	32
<b>Figura 3.26</b> Instalación del cable dentro del <i>jack</i> según la norma T568B .....	32

<b>Figura 3.27</b>	Estado del <i>jack</i> luego de retirar el exceso de cable.....	33
<b>Figura 3.28</b>	Estado final del ponchado de los <i>jacks</i> RJ45 hembra.....	33
<b>Figura 3.29</b>	Instalación de puntos de red dobles desde RL15.A10 a RL15.A13 .....	34
<b>Figura 3.30</b>	Instalación de puntos de red cuádruples desde RL15.A14 a RL15.B01 .	34
<b>Figura 3.31</b>	Etiquetadora Brady BMP21 .....	35
<b>Figura 3.32</b>	Etiquetas <i>rack</i> , <i>patch panel</i> A, cables y puntos de red .....	35
<b>Figura 3.33</b>	Etiquetas <i>rack</i> , <i>patch panel</i> B, cables y puntos de red .....	35
<b>Figura 3.34</b>	Etiquetado de cables para los puntos de red RL15.A10 y RL15.A11.....	36
<b>Figura 3.35</b>	Etiquetado de cables para los puntos de red RL15.A12 y RL15.A13.....	36
<b>Figura 3.36</b>	Etiquetado de los puntos de red RL15.A10 y RL15.A11 .....	37
<b>Figura 3.37</b>	Etiquetado puntos de red RL15.A22, RL15.A23, RL15.A24 y RL15.B01 .	37
<b>Figura 3.38</b>	Diseño del <i>rack</i> para el laboratorio 15 de la ESFOT.....	38
<b>Figura 3.39</b>	Ordenamiento y etiquetado de los cables dentro del <i>rack</i> .....	38
<b>Figura 3.40</b>	Etiquetado <i>patch panel</i> A .....	39
<b>Figura 3.41</b>	Etiquetado <i>patch panel</i> B .....	39
<b>Figura 3.42</b>	Organización realizada para el <i>rack</i> del laboratorio 15.....	40
<b>Figura 3.43</b>	Infraestructura del techo de la ESFOT .....	40
<b>Figura 3.44</b>	Cable UTP CAT6A Siemon y manguera corrugada adquiridos .....	41
<b>Figura 3.45</b>	Ponchado del <i>jack</i> RJ45 del enlace de <i>backbone</i> .....	41
<b>Figura 3.46</b>	Etiquetado del enlace de <i>backbone</i> en el <i>patch panel</i> de la oficina 2.....	42
<b>Figura 3.47</b>	Pruebas de funcionamiento para el punto de red RL15.A11.....	43
<b>Figura 3.48</b>	Certificador TEST-PRO CV100-K50.....	44
<b>Figura 3.49</b>	Certificación del SCE implementado .....	44
<b>Figura 3.50</b>	Certificación de los 33 puntos de red y enlace <i>backbone</i> .....	45
<b>Figura 3.51</b>	Reporte generado de la certificación del punto de red RL15.A10.....	46
<b>Figura 3.52</b>	Parámetros de validación de la certificación del punto de red RL15.A10	47
<b>Figura 3.53</b>	Gráfica de pérdida de inserción del punto de red RL15.A10.....	48
<b>Figura 3.54</b>	Gráfica de pérdida de retorno del punto de red RL15.A10 .....	49
<b>Figura 3.55</b>	Gráfica de NEXT para el punto de red RL15.A10.....	50
<b>Figura 3.56</b>	Gráfica ACRF del punto de red RL15.A10.....	50
<b>Figura 3.57</b>	Gráfica TCL para el punto de red RL15.A10 .....	51
<b>Figura 3.58</b>	Gráfico ACRN del punto de red RL15.A10 .....	51
<b>Figura 3.59</b>	Pruebas de conectividad para el punto de red RL15.A10.....	52
<b>Figura 3.60</b>	Prueba de conectividad para el punto de red RL15.B01.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1</b> Características de los cables categoría 5e, 6 y 6A .....	22
<b>Tabla 3.2</b> Características de los cables marca Panduit, Siemon y Leviton. ....	23
<b>Tabla 3.3</b> Características de los <i>switches</i> TP-Link, HP y ARUBA.....	25
<b>Tabla 3.4</b> Nomenclatura de etiquetado del SCE laboratorio 15 .....	25
<b>Tabla 3.5</b> Nomenclatura de los 16 puntos de red de la zona norte del laboratorio 15.	26
<b>Tabla 3.6</b> Cantidad de cable para los 16 puntos de red y backbone a implementarse	26
<b>Tabla 3.7</b> Costo de los componentes adquiridos .....	28
<b>Tabla 3.8</b> Resultados del estado de la medición del enlace RL15.A10.....	48

## RESUMEN

El presente proyecto de titulación describe el procedimiento realizado para el diseño e implementación de un sistema de cableado estructurado en la zona norte del laboratorio 15, el cual está ubicado en las instalaciones de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT) de la Escuela Politécnica Nacional (EPN).

En la sección uno se presenta una descripción del problema planteado, así como su justificación, el objetivo general y objetivos específicos del proyecto, además de los fundamentos teóricos referentes al diseño e implementación de un sistema de cableado estructurado y las características de los equipos pertenecientes al sistema.

La sección dos presenta la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto de titulación en la cual se describen los procedimientos realizados en cada fase del diseño e implementación del sistema de cableado estructurado.

En la sección tres se describen los resultados del proceso de análisis de la situación del laboratorio 15, diseño del sistema de cableado estructurado, implementación del sistema diseñado y los resultados del proceso de certificación y pruebas de funcionamiento.

En la sección cuatro se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas como resultado del proyecto de titulación.

Finalmente se presenta una sección de Anexos en la cual se muestran los resultados de la certificación, acta de entrega recepción de los *patch cord* y reporte fotográfico de los puntos de red correspondientes al sistema implementado.

**PALABRAS CLAVE:** Cableado estructurado, diseño, implementación, certificación.

## **ABSTRACT**

*The present degree project describes the procedure performed for the design and implementation of a Structure Cabling System in the northern part of the laboratory 15 located in the premises of the Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT) of the Escuela Politécnica Nacional (EPN).*

*Section one presents a description of the detected problem as well as its justification, the general objective, and specific objectives of the project in addition to the theoretical foundations concerning to design and implementation of a structure cabling system and the characteristics of the equipment belonging to the system.*

*Section two presents the methodology used for development of the degree project in which they are describe the procedure performed at each stage of design and implementation of the structure cabling system.*

*Section three describes the results of the laboratory 15 situation analysis process, structured cabling system design, implementation of the designed system and the results of the certification and operational testing process.*

*Section four presents the conclusions and recommendations obtained because of the degree project.*

*Finally, a section of annexes is presented in which they are shown the results of the certification process, act of delivery receipt of patch cord and photographic report of the network points corresponding to the implemented system.*

**KEYWORDS:** *structured cabling, design, implementation, certification.*

# **1 INTRODUCCIÓN**

La ESFOT como parte de la EPN tiene como objetivo preparar profesionales capaces de innovar en el desarrollo tecnológico del país. En este contexto, la ESFOT cuenta con diversos laboratorios dentro de los cuales se desarrollan actividades académicas, el objetivo es aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos en las clases teóricas; sin embargo, en algunos casos estos laboratorios no cuentan con equipos y/o instalaciones adecuadas que permitan a los estudiantes realizar prácticas que complementen su preparación técnica.

Uno de los principales problemas de los laboratorios es no contar con un Sistema de Cableado Estructurado (SCE) que cumpla con normas internacionales, por consiguiente, no permiten aprovechar los recursos y servicios de red con los que cuenta la universidad.

Este problema se ha identificado en la zona norte del laboratorio 15 de la ESFOT en la cual se pretende instalar equipos de cómputo nuevos entregados por parte de la EPN para complementar la formación profesional de los estudiantes; no obstante, al contar con un cableado de red en malas condiciones no se aprovechará al máximo estos equipos.

El presente proyecto de titulación propone el diseño e implementación de un SCE bajo estándares de regularización de cableado estructurado adecuados como ISO, CENELEC o ANSI/TIA para 16 estaciones de trabajo ubicadas dentro de la zona norte del laboratorio 15 de la ESFOT, el cual permita contar con instalaciones modernas y certificadas que garanticen el correcto funcionamiento de los equipos. De este modo se aprovechará al máximo la capacidad de los dispositivos finales durante el uso del laboratorio, mejorando la infraestructura del mismo y la preparación profesional de los estudiantes.

## **1.1 Objetivo general**

Implementar un sistema de cableado estructurado en la zona norte del laboratorio 15 de la ESFOT.

## 1.2 Objetivos específicos

- Analizar la situación actual del laboratorio 15.
- Diseñar el sistema de cableado estructurado.
- Implementar el sistema de cableado estructurado.
- Realizar pruebas de funcionamiento y certificación del sistema de cableado estructurado.

## 1.3 Fundamentos

### Sistema de cableado estructurado

Un SCE es un sistema de comunicación tangible, el cual es utilizado con el fin de establecer una infraestructura de red organizada de tal manera que sea entendible para cualquier instalador, además de ser un medio independiente del tipo de protocolo de transmisión que se maneje [1].

Un SCE posibilita el transporte dentro de edificaciones de señales que son generadas desde un emisor y transmitidas hacia un receptor por medio de enlaces guiados. Un SCE se encuentra compuesto por cables, conectores y canalizaciones que conjuntamente forman la infraestructura de una red [1] [2].

### Elementos de un SCE

Los elementos de un SCE son:

#### Acometida

La acometida consiste en la entrada de servicios de telecomunicaciones al edificio, puede contener las rutas del cable, el punto de demarcación, el *hardware* de conexión, los dispositivos de protección y otros equipos que conecten al proveedor del servicio de telecomunicaciones con el edificio [3].

#### Cableado Horizontal

El cableado horizontal es la porción del sistema del cableado estructurado que se extiende desde el armario de telecomunicaciones o *rack* de comunicaciones hacia las estaciones de trabajo [4].

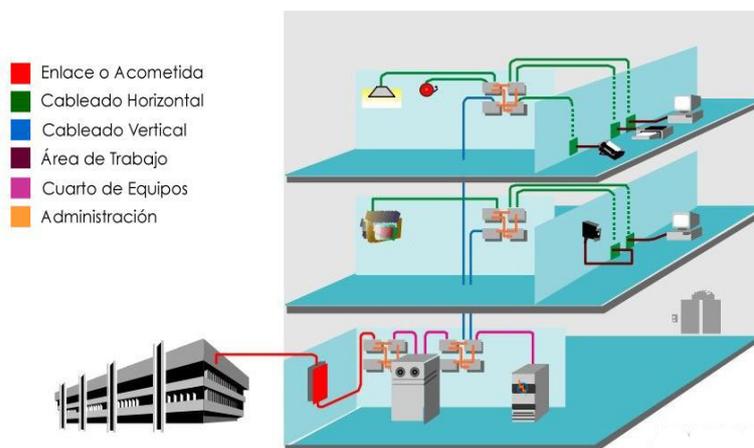
#### Cableado Vertical

El cableado vertical se encarga de la interconexión entre los cuartos de equipos y los cuartos de telecomunicaciones [4].

## Área de Trabajo

Área de trabajo se denomina a los componentes del cableado que se utilizan para conectar las tomas de telecomunicaciones y los equipos de usuario final [3].

En la Figura 1.1 se observa el esquema general de un SCE.



**Figura 1.1** Elementos de un SCE [3]

## Normas o estándares de un SCE

Las normas utilizadas dentro del proyecto son:

### **ANSI/TIA-569-D (Norma de recorridos y espacios de telecomunicaciones en edificios comerciales)**

Este estándar define los requisitos mínimos del diseño de las rutas y los espacios para equipos de telecomunicaciones en edificios comerciales [5].

### **ANSI/TIA-606-C (Norma de administración de infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales)**

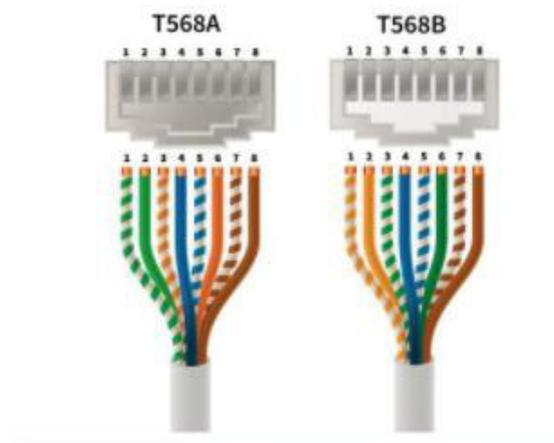
Este estándar define los esquemas para una administración uniforme de los componentes del SCE relacionado con la presentación, recolección y organización de los datos [6].

Este estándar recomienda que para la identificación de los componentes de un SCE es necesario establecer un etiquetado por cada elemento, en el cableado horizontal y/o vertical se colocará una etiqueta adhesiva en las terminaciones del cable siguiendo una misma nomenclatura [7].

## **ANSI/TIA-568-B.1 2001**

En cuanto a la norma ANSI/TIA-568-B.1-2001 se especifica las asignaciones pin/par del cable de UTP de 4 pares de hilos de cobre de 100 ohmios. Se definen como T568A y T568B y detallan la disposición de los 8 hilos de cable UTP en conectores RJ45 [8].

En la Figura 1.2 se observa las normas de conexión T568A y T568B.



**Figura 1.2** Normas de conexión T568A y T568B [9]

### **ANSI/TIA-568.0-D (Cableado genérico de telecomunicaciones para las instalaciones del cliente)**

Esta norma proporciona estructura, topologías y distancias, instalación, rendimiento y requisitos de prueba de cableado de telecomunicaciones genérico [10].

### **ANSI/TIA-568.1-D (Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales)**

Esta norma contiene los requisitos que facilitan la planificación e instalación de un sistema de cableado estructurado en un entorno de edificio comercial [11].

### **ANSI/TIA-568.2-D (Componentes y cableado de telecomunicaciones de par trenzado balanceado)**

Esta norma especifica los requisitos mecánicos y de transmisión de los componentes y cableado de cobre de par trenzado balanceado de categoría 3, 5e, 6, 6A y 8 [12].

## **Componentes de un cableado estructurado**

### ***Rack Abatible***

Es una estructura metálica la cual tiene como objetivo almacenar todos los equipos de telecomunicaciones del SCE, cuenta con medidas estandarizadas de modo que sean totalmente compatibles con equipos de diferentes marcas o fabricantes.

Un *rack* abatible cuenta con una estructura que permite un giro lateral de 180° que facilita el trabajo dentro del mismo sin la necesidad de desmontar la unidad, además cuenta con un sistema de ventilación mediante ranuras ubicadas alrededor del *rack* [13].

En la Figura 1.3 se observa un *rack* abatible.



**Figura 1.3 Rack Abatible [13]**

### ***Patch Panel***

Un *patch panel* es un componente de red eficaz y flexible cuyo propósito es conservar ordenados los centros de datos o cuarto de servidores, además de favorecer el cambio o aumento de la infraestructura del SCE, este elemento de red cuenta con algunos puertos para conectar y administrar los cables de par trenzado entrantes y salientes [14].

En la Figura 1.4 se muestra un *patch panel* Panduit categoría 6A.

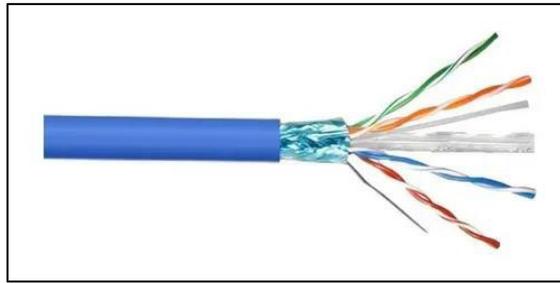


**Figura 1.4 Patch Panel [15]**

### **Cable par trenzado UTP categoría 6A**

El cable UTP categoría 6A posee conductores de cobre trenzados en pares y separados por un separador de pares integrado, cuenta además de un rendimiento certificado de componentes y canales en cables de hasta 100 (m) [16]. El cable UTP categoría 6A soporta un ancho de banda de 500 (MHz) y 10 (Gbps) de velocidad de transmisión [17].

En la Figura 1.5 se muestra el cable UTP categoría 6A de marca Panduit.



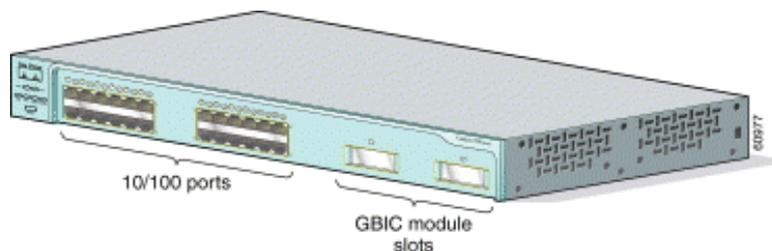
**Figura 1.5** UTP Categoría 6A Panduit [16]

### **Switch Cisco Catalyst 2950**

Un *switch* es el componente activo de la red que tiene como función principal interconectar los elementos de red permitiendo la compartición de información y la comunicación entre sí, siempre va a conectar dispositivos dentro de una red de área local (LAN) [18].

La serie Cisco *Catalyst* 2950 es una línea de *switches* independientes, aplicables y de configuración fija que proporciona conectividad *Fast Ethernet* y *Gigabit Ethernet* [19]. La calidad de servicio avanzada (QoS), la disponibilidad y la seguridad de la red son algunos de los servicios con los que cuenta este equipo.

En la Figura 1.6 se observa el *switch* Cisco *Catalyst* 2950.



**Figura 1.6** Switch Cisco Catalyst 2950 [19]

### **Switch HP Enterprise HPE-1420-24G**

El *switch* HPE 1420 es utilizado para pequeñas empresas y personas que buscan una conectividad básica de capa 2 para su red, proporcionado de 16 a 24 puertos *Gigabit Ethernet* más 2 puertos SFP [20].

Los *switches* HPE 1420 son compatibles con calidad de servicio (QoS) y disponen de funciones de control de flujo mediante la norma IEEE 802.3x la que permite mejorar la eficiencia de la red, adicional cuentan con la configuración *plug-and-play* que simplifica la negociación automática de velocidades [20].

En la Figura 1.7 se observa el *switch* HP *Enterprise* HPE-1420-24G.



**Figura 1.7** *Switch* HP *Enterprise* HPE-1420-24G [21]

### **Certificador TEST-PRO CV100-K50**

Es un equipo certificador de cables el cual permite avalar de forma rápida y fácil la infraestructura de la red; es un equipo capaz de certificar un par trenzado con categoría 5e hasta la categoría 8 nivel IIG, admite la certificación para implementaciones de red de hasta 40 *Gigabit Ethernet* para SCE categoría 5e, 6, 6A, 7, 8 o clase I/II [22].

En la Figura 1.8 se observa el equipo certificador de cableado estructurado TEST-PRO CV100-K50.



**Figura 1.8** Certificador TEST-PRO CV100-K50 [22]

## **2 METODOLOGÍA**

La implementación de un SCE en la zona norte del laboratorio 15 de la ESFOT se encamina a una investigación aplicada en virtud que se emplearán conocimientos adquiridos durante la vida estudiantil en la carrera de Tecnología en Electrónica y Telecomunicaciones, con el propósito de ejecutar un cableado moderno y funcional en el laboratorio.

## 2.1 Descripción de la metodología usada

Para realizar el análisis de la situación actual del laboratorio 15 fue necesario acudir a las instalaciones de la ESFOT, a través de esta visita se identificó el estado del cableado horizontal, los *patch cords* y el enlace de *backbone* inspeccionando características como tipo de cable y categoría, al igual que su funcionamiento.

Asimismo, se inspeccionó el tendido del cableado desde el *rack* hacia cada punto de red para poder establecer la distribución con la que contaba el laboratorio y poder identificar oportunidades de mejora en la distribución de las estaciones de trabajo acorde a las dimensiones de las nuevas mesas con las que va a contar el laboratorio.

Por último, se analizó la organización del *rack* y los equipos de red del laboratorio. En base a la inspección realizada, se definió una nueva distribución de los puestos de trabajo en el laboratorio, que implicó la modificación del cableado horizontal, así como de las rutas hacia los puntos de red. La redistribución de los puntos de red se la realizó mediante el *software* AutoCAD.

A la vez se estableció el etiquetado de los puntos de red en conformidad a las indicaciones brindadas por parte de la Dirección de Gestión de la Información y Procesos (DGIP) de la Escuela Politécnica Nacional.

De acuerdo a la información recopilada se determinó la marca, categoría y la cantidad de cable de red que sería necesario para las modificaciones del cableado horizontal y la realización de un nuevo enlace de *backbone*. De igual forma se identificó la necesidad de adquirir *patch cords* certificados para las estaciones de trabajo y algunas conexiones dentro del *rack*, esto debido a que se identificó que el laboratorio contaba con un cableado de categoría 6A, sin embargo, estas conexiones manejaban diferentes categorías como 5e y 6.

Para empezar con la implementación se realizó la adquisición de todos los elementos especificados en la parte de diseño como cable UTP categoría 6A, *face plates*, cajetines montables, *patch cords*, entre otros.

Continuando, se procedió con la modificación del cableado horizontal por todo el laboratorio además de su respectiva organización y etiquetado, posteriormente se realizó la instalación del enlace de *backbone* hacia el área de oficinas 2 de profesores de la ESFOT.

Después se realizó la organización de los elementos del SCE dentro del *rack* tales como *switch*, *patch panel*, organizadores de cables y regleta eléctrica.

Por último, se realizaron pruebas para verificar el funcionamiento del sistema implementado, mediante el uso de un equipo certificador y un LAN *tester* que permitieron verificar el cumplimiento de las normas implementadas, así como su correcto funcionamiento.

### **3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la presente sección se describirán las etapas realizadas para la implementación del SCE en la zona norte del laboratorio 15 de la ESFOT, las cuales inician por el análisis de la situación actual del laboratorio en donde se recopilan datos necesarios para el desarrollo de las etapas de diseño e implementación del SCE. Por último, se ejecutó la etapa de verificación del funcionamiento mediante pruebas de campo que permitieron la certificación de los 16 puntos de red que forman parte del SCE implementado en la zona norte del laboratorio 15, además del enlace de *backbone*.

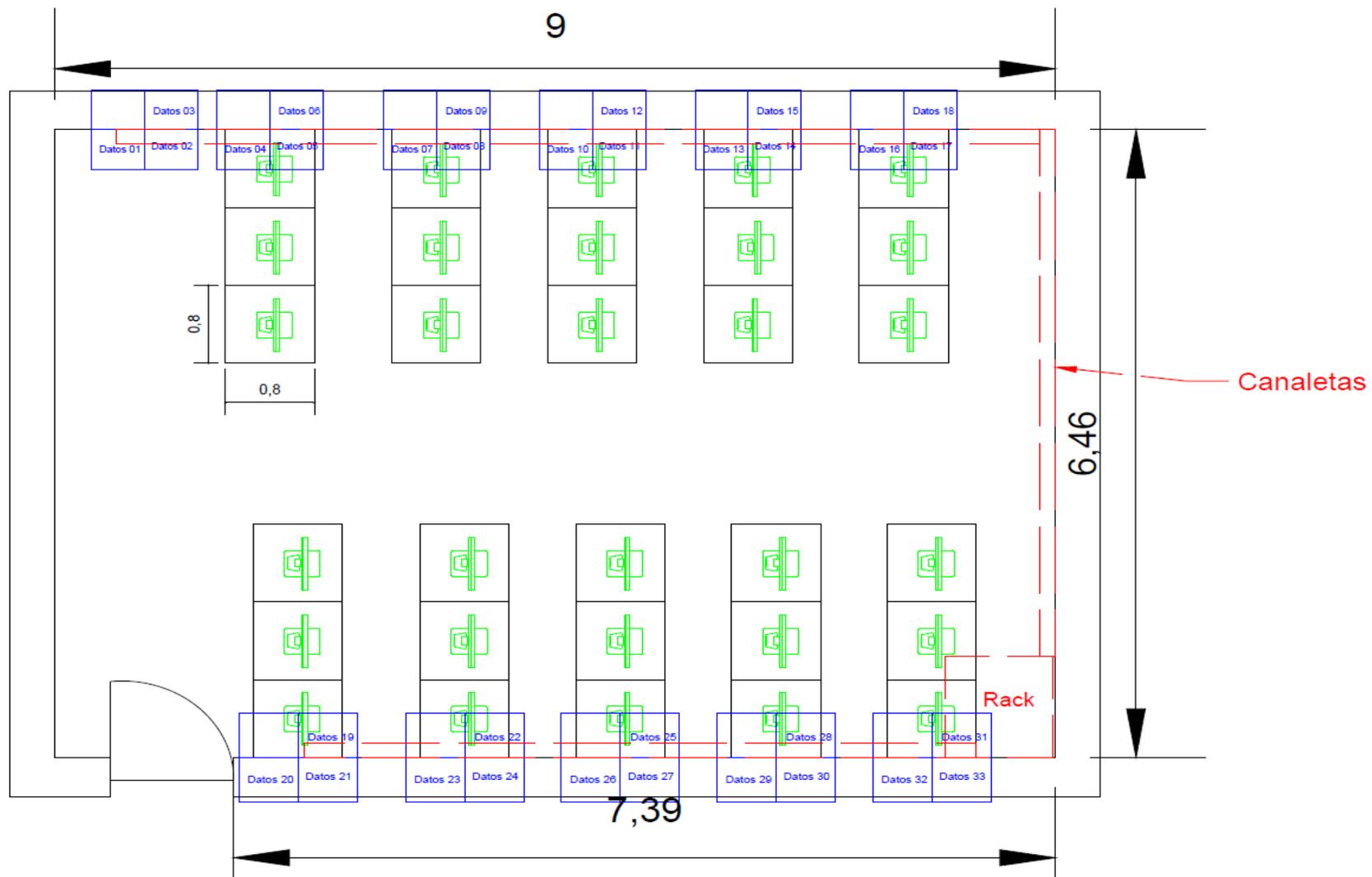
#### **3.1 Análisis de la situación actual del laboratorio 15**

Para la instalación de un SCE en la zona norte del laboratorio 15 de la ESFOT, fue necesario realizar una visita en sitio para inspeccionar las características de todos los elementos del cableado que poseía, su funcionamiento y distribución de los puntos de red.

La red del laboratorio 15 de la ESFOT consta de un *rack* de comunicaciones ubicado en la esquina superior derecha del laboratorio, y un total de 30 estaciones de trabajo distribuidas en 2 columnas y 5 filas como se observa en la Figura 3.1.

La topología de red del laboratorio es una topología tipo estrella, en ella cada uno de los nodos se conecta mediante un enlace directo a un nodo central, esta topología es una de las más comunes y flexibles para realizar modificaciones y ampliaciones [7].

El análisis del cableado estructurado se lo realizó en base a cuatro elementos los cuales fueron: área de trabajo, cableado horizontal, *rack* de comunicaciones y enlace de *backbone*.



**Figura 3.1** Plano antigua distribución de las áreas de trabajo en el laboratorio 15

## Área de Trabajo

En la inspección realizada al laboratorio 15 de la ESFOT, se evidenció que la gran mayoría de las mesas de trabajo que había en el laboratorio no contaban con un estado adecuado para el desarrollo de actividades académicas por parte de los estudiantes como se observa en las Figuras 3.2 y 3.3.

El objetivo de contar con un área de trabajo adecuada es evitar riesgo de lesiones y que sea seguro, permitiendo al usuario tener un rendimiento óptimo. Para lograr este objetivo se debe procurar que las áreas de trabajo sean tan flexibles como se pueda para que se adapten a diferentes usuarios [23].



**Figura 3.2** Vista posterior de las estaciones de trabajo antes de la implementación



**Figura 3.3** Vista frontal de las estaciones de trabajo antes de la implementación

Por lo que las autoridades de la ESFOT decidieron realizar el reemplazo de las mesas de trabajo para ofrecer una mayor comodidad a los estudiantes. Como consecuencia de este cambio se tuvo que realizar una reorganización de los puntos de red del laboratorio.

En cuanto a los *patch cords* de las estaciones de trabajo con los que contaba el laboratorio eran de categoría 5e, adicional la gran mayoría de ellos se encontraban en mal estado y no cumplían con la función de conectar los puntos de red y los equipos de cómputo. En las Figuras 3.4 y 3.5 se observa algunos de los *patch cords* con los que contaba el laboratorio 15 de la ESFOT.



**Figura 3.4** Patch cords utilizados en las estaciones de trabajo



**Figura 3.5** Patch cords conectados a los puntos de red

### **Cableado Horizontal**

El cableado horizontal es la porción del sistema del cableado estructurado que se extiende desde el armario de telecomunicaciones o *rack* de comunicaciones hacia las

estaciones de trabajo [4]. En relación con este concepto se procedió con el análisis de componentes del cableado horizontal.

Se procedió a inspeccionar las características del cableado horizontal; al realizar la apertura de las canaletas, se encontró que el tipo de cable utilizado era cable UTP de categoría 6A marca Panduit de 23 AWG, como se observa en la Figura 3.6.

Adicional se pudo comprobar que el cableado se encontraba en buenas condiciones, el cable de categoría 6A cuenta con un ancho de banda máximo de 500 (MHz) y es capaz de soportar velocidades de transmisión máxima de 10 (Gbps) en la tecnología IEEE 10GBaseT [17]. Además, la marca Panduit, según su *datasheet*, otorga garantía de que el cable cuenta con requerimientos ISO 11801 Clase  $E_A$  y certificación ANSI/TIA 568-C.2 lo que lo hace aún más robusto [24].



**Figura 3.6** Cableado categoría 6A 23 AWG Panduit existente en el laboratorio 15

Tras conocer que el cableado horizontal se encuentra en buenas condiciones, se procedió a analizar el funcionamiento del cable horizontal mediante la ayuda de un LAN *tester* provisto por la dirección de la ESFOT.

El LAN *tester* tiene como función verificar la continuidad y errores en instalaciones de cables tanto de datos como telefónicos (RJ45, RJ11), basta con pulsar un botón para que el dispositivo de prueba escanee automáticamente todos los cables y pares en busca de fallas, como conexiones abiertas, cortocircuitos y pares de alambres cruzados. El LAN *tester* cuenta con una unidad principal y un módulo remoto con lo que una sola persona puede verificar la condición de los cables, tanto antes como después de su instalación [25].

En la Figura 3.7 se puede observar el LAN *tester* utilizado para verificar el funcionamiento del cableado horizontal.



**Figura 3.7** LAN *Tester* marca NEXXT

En las Figuras 3.8 y 3.9 se observa el procedimiento de verificación del funcionamiento del cableado horizontal.



**Figura 3.8** Verificación del funcionamiento del cableado horizontal en el *rack*



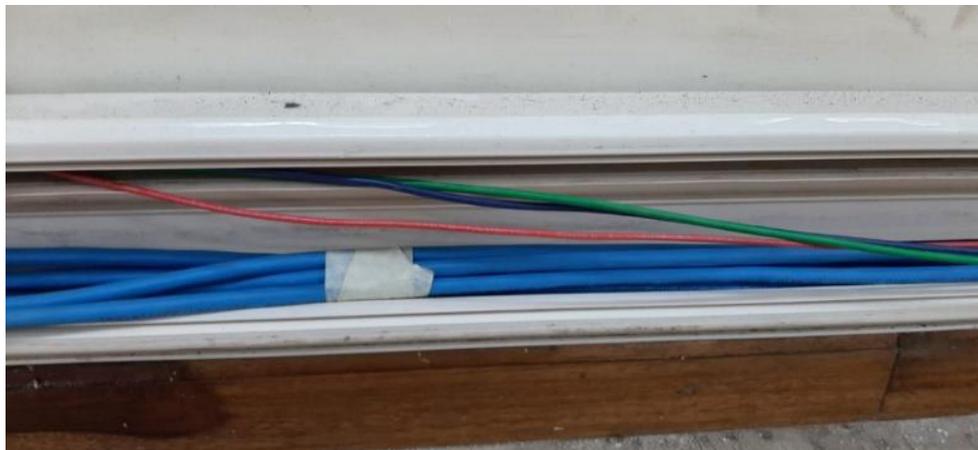
**Figura 3.9** Verificación del funcionamiento del cableado horizontal

Durante el proceso de verificación se encontró que la mayoría de los puntos de red del laboratorio funcionaban correctamente; sin embargo, existieron puntos de red que presentaron problemas como en el caso del punto 5 que se lo observa en la Figura 3.10.



**Figura 3.10** Punto de red con problemas

Otro de los problemas que se evidenció en el cableado horizontal del laboratorio 15 de la ESFOT, es que no se encontraba organizado de manera correcta. La organización del cable se la había realizado con cita *masking* como se observa en la Figura 3.11.



**Figura 3.11** Organización antigua del cableado horizontal

El último problema identificado se encuentra relacionado al estado de los cajetines de los puntos de red y su etiquetado, los cuales se encontraban deteriorados por el paso del tiempo además de las condiciones ambientales como polvo y humedad, en la Figura 3.12 se observa las condiciones en las que se encontraron los cajetines de puntos de red de las estaciones 13, 14 y 15.



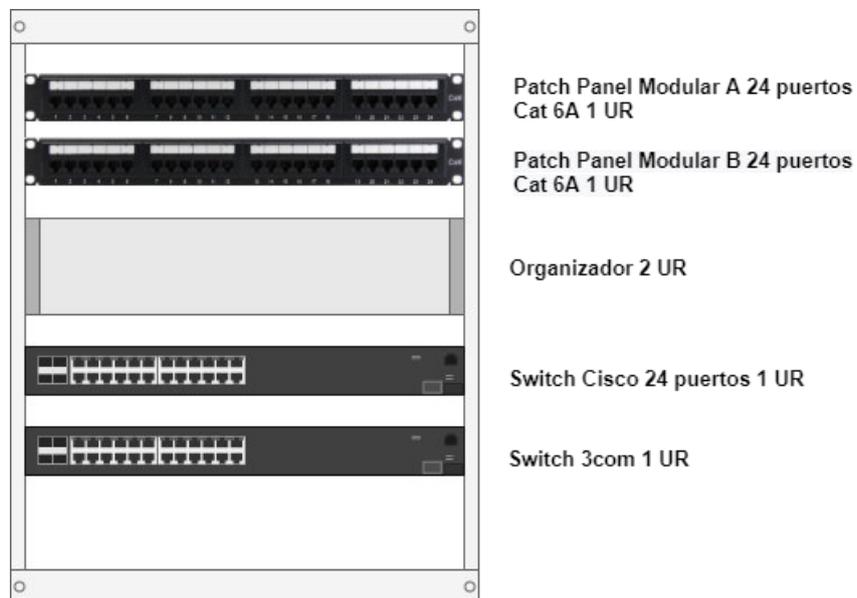
**Figura 3.12** Estado de los puntos de red 13, 14 y 15 del laboratorio

### **Rack de comunicaciones**

El laboratorio 15 de la ESFOT cuenta con un *rack* abatible de 12 UR, el cual cuenta con los siguientes componentes:

- 2 *Patch Panel* Modular PANDUIT de 24 puertos.
- 1 Organizador horizontal.
- 1 *Switch* Cisco *Catalyst* 2950 de 24 puertos.
- 1 *Switch* 3COM 4200 de 26 puertos.

En la Figura 3.13 se observa cómo se encontraba distribuido el *rack* del laboratorio 15 de la ESFOT antes de la implementación.



**Figura 3.13** Rack de comunicaciones antes de la implementación

En el *switch* Cisco *Catalyst* 2950, se observó que todos los puertos de red estaban utilizados como se observa en la Figura 3.14; sin embargo, los puertos 23 y 24 no funcionaban.



**Figura 3.14** Switch Cisco *Catalyst* 2950 antes de la implementación

En el *switch* 3COM 4200, se observó que se encontraban utilizados todos los puertos a excepción de los puertos 12 y 22 como se observa en la Figura 3.15; sin embargo, al realizar pruebas de conmutación y latencia de todos sus puertos se evidenció que el *switch* no funcionaba de manera correcta y tras un análisis por parte de la DGIP se informó que era necesario reemplazar este equipo.

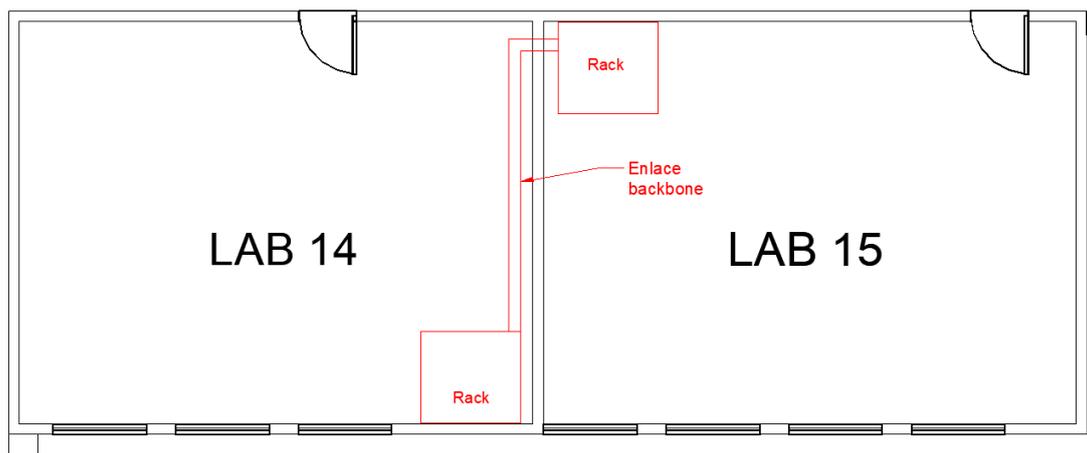


**Figura 3.15** *Switch* 3COM 4200 antes de la implementación

### **Enlace de *backbone***

Se pudo comprobar que el enlace de *backbone* que brindaba conectividad a todo el laboratorio 15 provenía de un enlace en cascada con el laboratorio 14 de la ESFOT. El laboratorio a su vez se conectaba al *switch* principal ubicado en el área de oficinas 2 de la ESFOT.

En la Figura 3.16 se observa el enlace de *backbone* del laboratorio 15.



**Figura 3.16** Enlace *backbone* laboratorio 14 y laboratorio 15 de la ESFOT

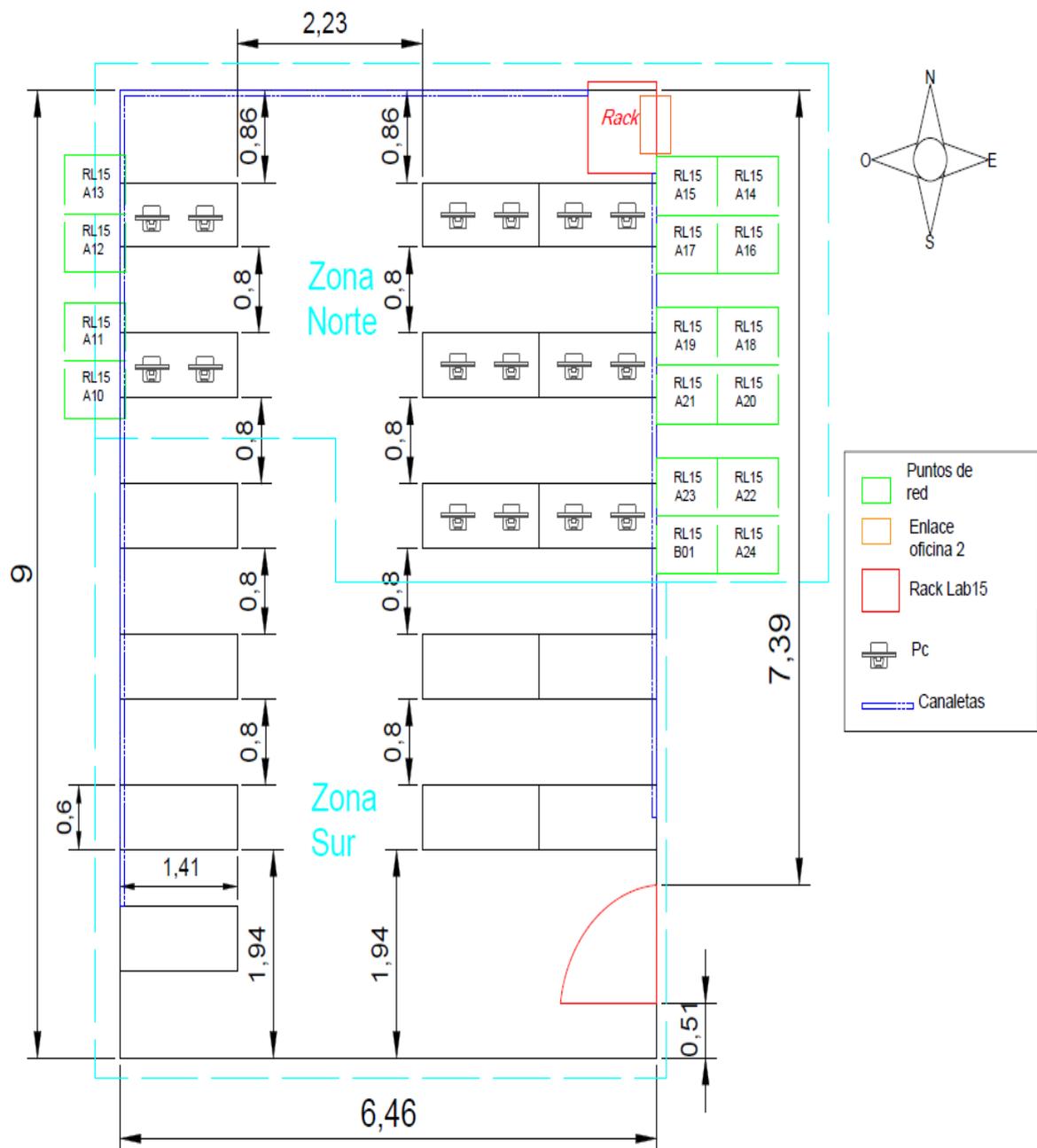
## 3.2 Diseño del sistema de cableado estructurado

Debido a que se trata de un proyecto macro en el cual se tiene la participación de 4 estudiantes de la carrera de Tecnología en Electrónica y Telecomunicaciones, se realizó la división del laboratorio en dos zonas: Zona Norte y Zona Sur. El presente proyecto abarca la implementación de un SCE en la Zona Norte del laboratorio 15 de la ESFOT, la zona norte está constituida por 16 estaciones de trabajo y el enlace de *backbone* del laboratorio.

Tras el análisis de la situación actual del laboratorio 15, las autoridades de la ESFOT decidieron realizar el cambio de las mesas de trabajo, donde se colocaron los nuevos ordenadores organizando una adecuada área de trabajo. Esto obligó a realizar una redistribución de los puntos de red, para ello se creó un nuevo diagrama mediante el *software* AutoCAD observado en la Figura 3.17 en el cual se muestran los 16 puntos de red pertenecientes a la zona norte del laboratorio 15, ubicación del enlace de *backbone* interno, recorrido del cable realizado por canaletas, medidas y distribución de las nuevas mesas de trabajo.

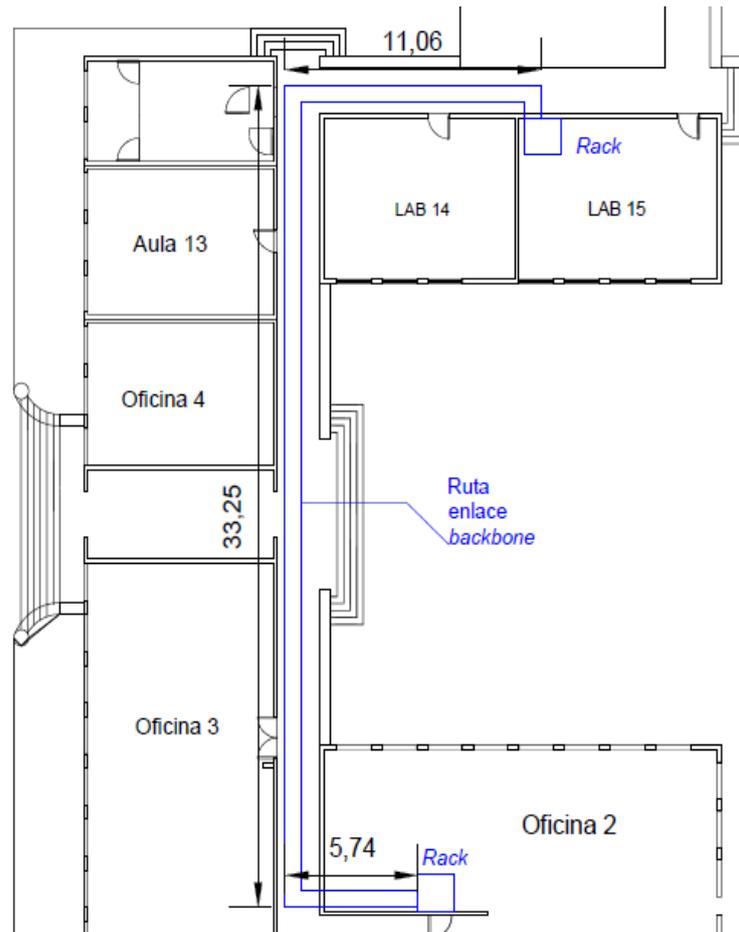
La nueva distribución de los puestos de trabajo se la realizó en función de las medidas de las nuevas mesas, agrupándose en dos columnas. La columna ubicada a la derecha, tomando como referencia la puerta de ingreso, contará con cuatro estaciones de trabajo en cada fila, por lo que se instalará cuatro puntos de red del lado de la pared, utilizando *face plates* cuádruples. Por otra parte, en cada fila de la columna de la izquierda se ubicarán dos estaciones de trabajo para lo que se instalará dos puntos de red del lado de la pared utilizando *face plates* dobles.

Por otra parte, se diseñó una nueva ruta para el enlace de *backbone* acorde a las disposiciones dictadas por la DGIP, cuyo objetivo es que el enlace de *backbone* sea conectado a uno de los puertos libres del *switch* ubicado en el *rack* del área de oficinas 2 de profesores de la ESFOT. De esta manera eliminar el enlace en cascada que existía entre el laboratorio 14 y 15.



**Figura 3.17** Diseño del nuevo SCE para la zona norte del laboratorio 15

En la Figura 3.18 se observa la ruta diseñada en AutoCAD del enlace de *backbone* desde el *rack* del laboratorio 15 hacia el *rack* del área de oficinas 2 de profesores de la ESFOT. La ruta diseñada cuenta con un estimado de 55 metros de recorrido.



**Figura 3.18** Ruta del enlace *backbone* laboratorio 15 - oficinas 2 ESFOT

### **Análisis del tipo de categoría de cable UTP**

Para la elección de la categoría del cableado estructurado se realiza a continuación una descripción de las categorías 5e, 6 y 6A.

#### **Cable UTP categoría 5e**

Los cables UTP categoría 5e siguen siendo uno de los más populares en las instalaciones existentes de cableado UTP; sin embargo, su adopción está disminuyendo a favor de la categoría 6 o 6A [26].

El cable categoría 5e se diseñó para admitir aplicaciones que requieren un ancho de banda de hasta 100 (MHz). La categoría 5e admite 100Base-TX, TP-PMD (FDDI sobre cobre), ATM (155 (Mbps)) y, en determinadas condiciones, 1000Base-T (Gigabit Ethernet) [26].

### **Cable UTP categoría 6**

Cuenta con un ancho de banda de hasta 250 (MHz), esta categoría de cable admite cualquier aplicación que admitan cables de categoría 5e o inferiores. Además, está diseñado para admitir 100Base-T. Los diseños de categoría 6 suelen incorporar una estructura interna que separa cada par de los demás para mejorar el rendimiento [26].

### **Cable UTP categoría 6A**

Conocido también como categoría 6 aumentada, se caracteriza por tener un ancho de banda de 500 (MHz) y en versiones especiales a 625 (MHz), tiene menor pérdida de inserción y mayor inmunización al ruido. El cable UTP categoría 6A suele ser más grande que los otros cables. La transmisión 10Gbase-T utiliza procesamientos de señal digital para cancelar parte del ruido creado por NEXT y FEXT entre pares [27].

Su uso previsto es para 10 Gigabit Ethernet. Al igual que la categoría 6, la aplicación exitosa del cableado de categoría 6A requiere componentes estrechamente emparejados en todas las partes del canal de transmisión, como cables de conexión, conectores y cables [26].

En la Tabla 3.1 se realiza una comparación de las características de los cables de categoría 5e, 6 y 6A.

**Tabla 3.1** Características de los cables categoría 5e, 6 y 6A [26]

Tipo de cable	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A
Precio relativo (%)	100	135 - 150	165 - 180
Ancho de banda disponible	100 (MHz)	250 (MHz)	500 (MHz)
Capacidad de velocidad de datos	1.2 (Gbps)	2.4 (Gbps)	10 (Gbps)
Reducción de ruido	1.0	0.5	0.3
Ethernet	1000 (Mbps)	1000(Mbps)	10 (Gbps)
Distancia máxima	100 (m)	100 (m)	100 (m)

Una vez evidenciadas las características de cada categoría de cable, se llegó a la conclusión de que el uso de cable categoría 5e no sería una buena elección debido a que en proyecciones a futuro una red implementada con esta categoría sería necesaria reemplazarla en poco tiempo debido a exigencias como mayor ancho de banda, reducción de ruido o vida útil.

Por otra parte, el cable categoría 6 presenta mejores características que su antecesor mejorando el ancho de banda, la capacidad de velocidad de datos e inmunización al ruido, la velocidad de transmisión que maneja es de 1 (Gbps), aunque en la actualidad

la mayoría de equipos no trabajan a velocidades de transmisión de hasta 10 (Gbps), a futuro sería habitual contar con sistemas que puedan soportar este tipo de velocidad de transmisión de datos, por lo que la categoría 6 no sería la más adecuada [28].

De esta manera el cable UTP categoría 6A es la mejor opción para su uso dentro del laboratorio debido a que su ancho de banda es de 500 (MHz) con lo cual se pueden realizar varias aplicaciones previniendo la saturación de la red. Además, es capaz de soportar velocidades de transmisión de hasta 10 (Gbps) a distancias de hasta 100 metros, por otro lado la interferencia electromagnética se disminuye debido a su estructura, por último son básicamente inmunes a *Alien Crosstalk* [29].

### Análisis del tipo de marca del cableado estructurado

De acuerdo a los diferentes tipos de marcas de cableado estructurado que se puede encontrar se ha elaborado una tabla comparativa con las diferentes características de marcas como Panduit, Siemon y Leviton.

En la Tabla 3.2 se observa las marcas de cable y sus características.

**Tabla 3.2** Características de los cables marca Panduit, Siemon y Leviton [30] [16] [31].

Características	Panduit	Siemon	Leviton
ANSI/TIA-568.2-D	SI	SI	SI
ISO 11801	SI	SI	SI
Tensión de instalación	110 (N)	110 (N)	NE
Rango de Temperatura de operación	-20°C a 75°C	-20°C a 75°C	0°C ~ 70°C
Resistencia DC (resistencia eléctrica)	9.38 ( $\Omega$ )/ 100 (m)	9.38 ( $\Omega$ ) /100 (m)	8.0 ( $\Omega$ ) /(km)
Desequilibrio de resistencia eléctrica	5%	4%	2%
Capacitancia mutua	5.6 (nF)/100 m a 1(KHz)	5.6 (nF)/100(m)	43 (nF)/(km) a 1(KHz)
Velocidad nominal de propagación (NVP)	65%	67%	66%

Como se puede observar en la Tabla 3.2, tanto la marca Panduit como Siemon poseen excelentes características en comparación a la marca Leviton, de acuerdo a la información entregada por parte de la DGIP, los sistemas de cableado estructurado con los que cuenta la EPN son de marca Panduit, razón por la cual se tomó en consideración esta información para la elección de la marca Panduit para su uso dentro del SCE a implementarse.

El cable categoría 6A de la marca Panduit cuenta con conductores de cobre debidamente trenzados y separados por un divisor de material plástico, los cuatro pares de cobre están rodeados por una cinta metálica Vari-MaTriX la cual minimiza el diámetro del cable y suprime los efectos de la diafonía mientras se conserva la inmunidad a interferencias electromagnéticas, además su diseño innovador permite proporcionar flexibilidad de instalación ya que los cables se pueden enrutar en haces estrechos a través de caminos y espacios de estas características [16].

Por otra parte, cuenta con un rendimiento de canal certificado hasta 100 metros, adicionalmente de cumplir con los requisitos de ANSI/TIA 568.2-D e ISO 11801 clase E<sub>A</sub> y la posibilidad de transmisión sobre 10GBase-T [16].

### **Análisis de la elección del tipo de *switch* para el SCE a implementarse**

Tras el análisis realizado en el objetivo anterior, se evidenció que el *switch* 3COM con el que contaba el laboratorio no era funcional por lo que fue necesario evaluar diferentes opciones de *switches*.

Los *switches* se clasifican de manera amplia en dos categorías principales: *switches* administrables y *switches* no administrables.

Un *switch* no administrado está diseñado para ser conectado y que funcione, sin necesidad de una configuración avanzada. Los *switches* no administrados se usan generalmente en microempresas o domicilios y son los más utilizados cuando solo se necesita conectividad básica de capa 2 [32].

Un *switch* administrable brinda funciones integrales para la red como creación de VLANs, aplicación de calidad de servicio (QoS), control de acceso (ACL), entre otras configuraciones [32].

En base a estos conceptos se procedió a analizar 3 opciones diferentes de *switches* como se muestra en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.3** Características de los switches TP-Link, HP y ARUBA [33] [34] [20]

Marca	TP – Link	HPE	ARUBA
Modelo	TL-SG1024	1420	2530
Tipo de <i>Switch</i>	No Administrable	No Administrable	Administrable
Puertos	24 puertos RJ-45	24 puertos RJ-45 2 Puertos SPF	24 puertos RJ-45 2 Puertos SPF
Capacidad de <i>Switcheo</i>	30 (Gbps)	48 (Gbps)	56 (Gbps)
Velocidades	10/100/1000 (Mbps)	10/100/1000 (Mbps)	10/100/1000 (Mbps)
Latencia a 100 Mb	< 10 $\mu$ s	< 8 $\mu$ s	< 7.4 $\mu$ s
Latencia a 1000 Mb	< 5 $\mu$ s	< 3.6 $\mu$ s	< 2.3 $\mu$ s
Precio	\$120	\$200	\$500

Tras un análisis de 3 opciones de *switches* que se encuentran en el mercado se procedió a seleccionar el *switch* HP Enterprise HPE-1420-24G, debido a que en el laboratorio no es necesario la utilización de un *switch* administrable ya que este solo cumplirá con la función de conectar a los puestos de trabajo con la red de la universidad.

Como parte del diseño del sistema de cableado estructurado se determinó la nomenclatura para el etiquetado de los puntos de red, los *patch panels* y el etiquetado del *rack* con el que cuenta el laboratorio; de acuerdo con las indicaciones de la DGIP la nomenclatura se detalla en la Tabla 3.4.

**Tabla 3.4** Nomenclatura de etiquetado del SCE laboratorio 15

Elemento	Etiqueta
<i>Rack</i>	RACK LAB 15
<i>Patch Panel 1</i>	A
<i>Patch Panel 2</i>	B
Puntos de red	RL15.A01 – RL15.A24 RL15.B01 – RL15.B24

De acuerdo a la nomenclatura de etiquetado, además de la distribución de las estaciones de trabajo, los 16 puntos de red que comprenden la zona norte son los mostrados en la Tabla 3.5 en la cual se indica la etiqueta y el tipo de *face plate* de los puntos de red.

**Tabla 3.5** Nomenclatura de los 16 puntos de red de la zona norte del laboratorio 15

N°	Etiqueta punto de red	Tipo de Face plate
1	RL15.A10	Face plate doble
2	RL15.A11	
3	RL15.A12	Face plate doble
4	RL15.A13	
5	RL15.A14	Face plate cuádruple
6	RL15.A15	
7	RL15.A16	
8	RL15.A17	
9	RL15.A18	Face plate cuádruple
10	RL15.A19	
11	RL15.A20	
12	RL15.A21	
13	RL15.A22	Face plate cuádruple
14	RL15.A23	
15	RL15.A24	
16	RL15.B01	

Tras la inspección realizada en el objetivo 1 se comprobó que el cableado horizontal del laboratorio contaba con cable UTP de categoría 6A marca Panduit, por lo que se decidió mantener el cableado horizontal que existía debido a sus buenas condiciones y características, por otra parte para los *patch cords* de las estaciones de trabajo se decidió dar continuidad a las características del cableado horizontal mediante *patch cords* certificados categoría 6A marca Panduit debido a sus excelentes condiciones y características [16].

Por consiguiente, es necesario mantener la categoría 6A marca Panduit para todos los elementos del SCE a implementarse, en base a la nueva distribución realizada se estimó la cantidad en metros de cable necesario, mismo que se especifica en la Tabla 3.6.

**Tabla 3.6** Cantidad de cable para los 16 puntos de red y *backbone* a implementarse

Punto de red	Distancia (m)
RL15.A10	15
RL15.A11	15
RL15.A12	14

Punto de red	Distancia (m)
RL15.A13	14
RL15.A14	8
RL15.A15	8
RL15.A16	8
RL15.A17	8
RL15.A18	9
RL15.A19	9
RL15.A20	9
RL15.A21	9
RL15.A22	11
RL15.A23	11
RL15.A24	11
RL15.B01	11
Enlace <i>backbone</i>	55
<b>Total</b>	<b>225</b>

De la tabla descrita anteriormente, se observa que la cantidad de cable que será utilizada para la implementación del SCE es de 225 metros.

### 3.3 Implementación del sistema de cableado estructurado

Para la implementación se decidió mantener el cableado horizontal categoría 6A marca Panduit con el que contaba el laboratorio debido al buen estado y buena categoría del mismo. Sin embargo, se realizaron modificaciones y adecuaciones al cableado horizontal debido a que la distribución antigua de las estaciones de trabajo fue cambiada, además que la organización del cableado no era la adecuada. Por lo tanto, se retiró el cableado para volver a organizarlo y se reutilizaron los componentes que se encontraban en buen estado, entre estos las canaletas para el tendido del cableado.

La principal modificación realizada fue la agrupación de los puntos de red en grupos de puntos dobles y cuádruples, además de la organización dentro de canaletas en las cuales se agrupó el cable mediante el uso de cinta velcro para facilitar la manipulación del cableado. Además, de acuerdo a lo especificado en la etapa de diseño se adquirió un *switch* ya que como se indicó el 3COM estaba defectuoso y poseía un error de fábrica. Se realizó la adquisición de los componentes especificados en la Tabla 3.7, donde también se puede visualizar el costo de los mismos.

**Tabla 3.7** Costo de los componentes adquiridos

Ítem	Descripción	Marca	Unidad	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
1	<i>Patch Cord</i> cat6A (1.5 metros)	Panduit	17	7,10	120,7
2	<i>Patch Cord</i> cat6A (3 metros)	Panduit	15	8,74	131,1
3	<i>Patch Cord</i> cat6A (1 metros)	Panduit	8	6,56	52,48
3	Cable UTP cat6A (60 metros)	Siemon	1	63,84	63,84
4	Manguera Corrugada (60 metros)	N/A	1	13,75	13,75
5	<i>Face place</i> doble	Panduit	4	1,89	7,56
6	<i>Jacks</i> RJ45 hembra cat6A	Panduit	3	5,63	16,89
7	Alquiler Etiquetadora Brady BMP21	N/A	1	50	50
8	Rollo etiquetador	Brady	1	35	35
9	Regleta multitoma horizontal para <i>Rack</i>	N/A	1	30	30
10	<i>Switch</i> HP <i>Enterprise</i> HPE-1420-24G	HPE	1	200	200
11	Tornillos con canastilla M6	N/A	20	0,52	10,4
12	Marcador permanente	Pelikan	1	3,63	3,63
13	Juego de 2 Pilas AA	Energizer	3	3	9
<b>SUBTOTAL</b>					744,35
<b>IVA</b>					89,32
<b>TOTAL</b>					833,67

En la Figura 3.19 se observan los *face plates* adquiridos para la implementación del sistema de cableado estructurado en el laboratorio 15.



**Figura 3.19** Face plates marca Panduit adquiridos

En la Figura 3.20 se observa una muestra de los *jacks* categoría 6A Panduit adquiridos para los puntos de red que se modificaron.



**Figura 3.20** Jack categoría 6A Panduit adquirido

La adquisición de los *patch cords* categoría 6A de la marca Panduit se decidió acorde un enunciado de la norma ANSI/TIA-568-D, en la cual se especifica que los *patch cords* del área de trabajo deben ser de la misma categoría que los demás componentes del sistema de cableado estructurado y al ser categoría 6A estos no deben ser elaborados en campo, es decir deben ser comprados de fábrica debido a que cuentan con certificación garantizada por parte del fabricante [35] [36]

En la Figura 3.21 se observan los *patch cords* categoría 6A marca *Panduit* adquiridos para las estaciones de trabajo.



**Figura 3.21** Patch cords categoría 6A Panduit adquiridos

En la Figura 3.22 se observa el switch HP Enterprise HPE-1420-24G adquirido.



**Figura 3.22** Switch HP Enterprise HPE-1420-24G 1 adquirido

### **Implementación del cableado horizontal**

Con los elementos adquiridos se lleva a cabo la implementación del SCE, empezando por el cableado horizontal donde se realiza la agrupación de los puntos de red en grupos de puntos dobles y cuádruples, además de la organización dentro de canaletas en las cuales se agrupó el cable mediante el uso de cinta velcro para facilitar la manipulación del cableado

En la Figura 3.23 se observa el procedimiento del tendido del cableado horizontal.



**Figura 3.23** Tendido de cable del SCE del laboratorio 15 mediante canaletas

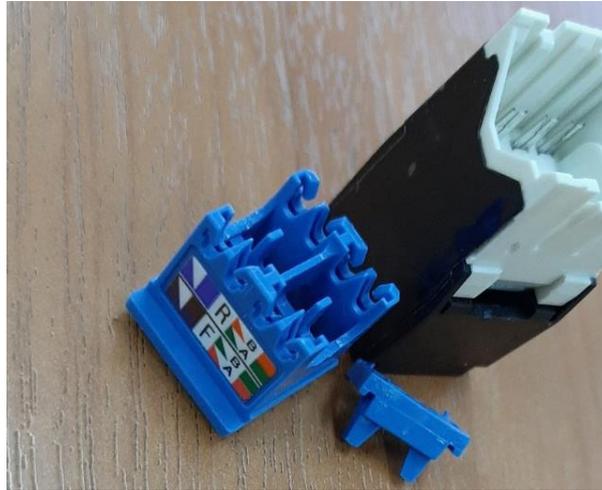
En la Figura 3.24 se observa el uso de la cinta velcro para el agrupamiento del cableado dentro de las canaletas instaladas en el laboratorio.



**Figura 3.24** Agrupación del cableado en canaletas mediante el uso de cinta velcro

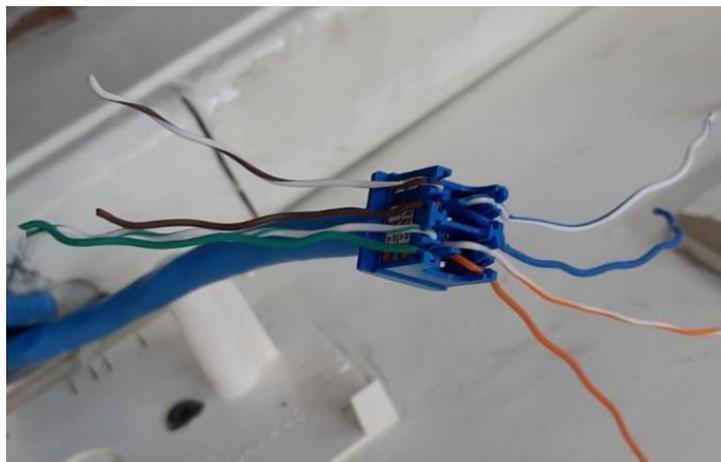
Posteriormente se realizó el ponchado de los *jacks* RJ45 hembra para los puntos de red que fueron reubicados, el ponchado se lo realizó con el estándar T568B ya que este

estándar lo utiliza todo el SCE en la EPN. En la Figura 3.25 se observan las partes del *jack* RJ45 hembra.



**Figura 3.25** Partes del *jack* RJ45 hembra

En la Figura 3.26 se observa la instalación de los hilos de cobre dentro de las ranuras correspondientes del *jack* según la norma T568B.



**Figura 3.26** Instalación del cable dentro del *jack* según la norma T568B

En la Figura 3.27 se observa el estado del *jack* luego de retirar el exceso de cable de las ranuras.



**Figura 3.27** Estado del *jack* luego de retirar el exceso de cable

En la Figura 3.28 se observa el estado final del ponchado del *jack* RJ45 hembra para las estaciones de trabajo.



**Figura 3.28** Estado final del ponchado de los *jacks* RJ45 hembra

Para el montaje de los puntos de red en las paredes se utilizaron cajetines sobrepuestos y *face plates* dobles para las estaciones de trabajo comprendidas entre el punto de red RL15.A10 al punto de red RL15.A13, como se observa en la Figura 3.29.



**Figura 3.29** Instalación de puntos de red dobles desde RL15.A10 a RL15.A13

Para los puntos de red comprendidos entre RL15.A14 hasta RL15.B01 se utilizó cajetines sobrepuestos y *face plates* cuádruples como se muestra en la Figura 3.30.



**Figura 3.30** Instalación de puntos de red cuádruples desde RL15.A14 a RL15.B01

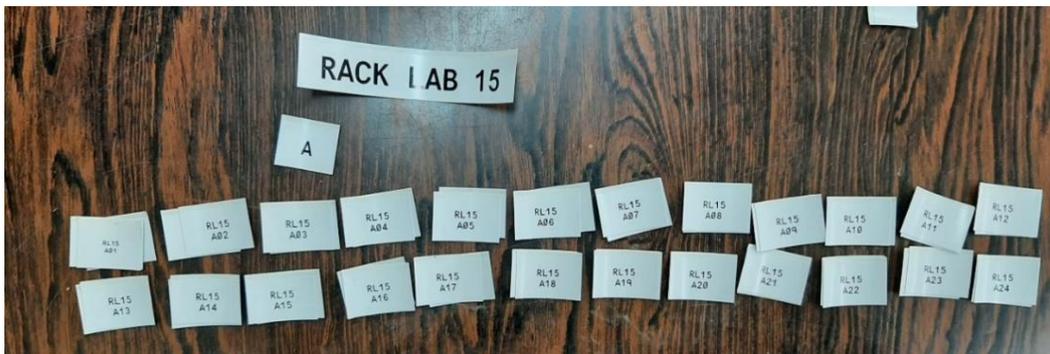
Tras la organización del cableado horizontal se realizó el etiquetado de los puntos de red correspondientes a cada estación de trabajo, la nomenclatura fue establecida por parte de la DGIP especificada en la parte de diseño del SCE. Esta actividad se la realizó con la ayuda de la etiquetadora Brady BMP21 la cual se observa en la Figura 3.31.



**Figura 3.31** Etiquetadora Brady BMP21

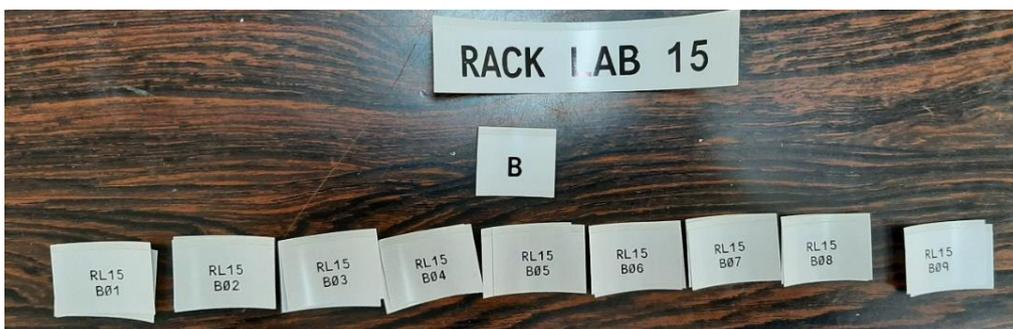
A la etiquetadora se ingresaron cada uno de los datos de acuerdo a la nomenclatura de etiquetado para: el etiquetado del *rack* del laboratorio 15, etiquetado de los *patch panels*, etiquetado de los cables y etiquetado de los puntos de red.

En la Figura 3.32 se visualiza las etiquetas realizadas para el *rack*, el *patch panel A*, los cables y puntos de red comprendidos entre el punto de red RL15.A01 al punto RL15.A24.



**Figura 3.32** Etiquetas *rack*, *patch panel A*, cables y puntos de red

En la Figura 3.33 se observa las etiquetas realizadas para el *patch panel B*, los cables y puntos de red comprendidos entre el punto de red RL15.B01 al punto RL15.B09.



**Figura 3.33** Etiquetas *rack*, *patch panel B*, cables y puntos de red

Una vez elaboradas las etiquetas, se procedió al etiquetado de los 16 puntos de red de la zona norte del laboratorio 15; se inició por el etiquetado del cable en la terminación en el punto de red y la terminación en el rack. Las etiquetas colocadas fueron desde la RL15.A10 hasta la RL15.A24 y el punto RL15.B01.

En la Figura 3.34 se observa el etiquetado de los cables correspondientes a los puntos de red RL15.A10 y RL15.A11.



**Figura 3.34** Etiquetado de cables para los puntos de red RL15.A10 y RL15.A11

En la Figura 3.35 se observa el etiquetado de los cables correspondientes a los puntos de red RL15.A12 y RL15.A13.



**Figura 3.35** Etiquetado de cables para los puntos de red RL15.A12 y RL15.A13

A continuación del etiquetado de los cables, se organizó el remanente de cable dentro de los cajetines sobrepuestos para proceder al etiquetado de los puntos de red en los *face plates* de cada estación de trabajo.

En la Figura 3.36 se observa el etiquetado de los puntos de red RL15.A10 y RL15.A11. El etiquetado de los demás puntos de red se observa en el Anexo 4.



**Figura 3.36** Etiquetado de los puntos de red RL15.A10 y RL15.A11

Se realizó el mismo procedimiento para los puntos de red que cuentan con *face plates* cuádruples como se observa en la Figura 3.37 correspondiente al etiquetado de los puntos de red RL15.A22, RL15.A23, RL15.A24 y RL15.B01.

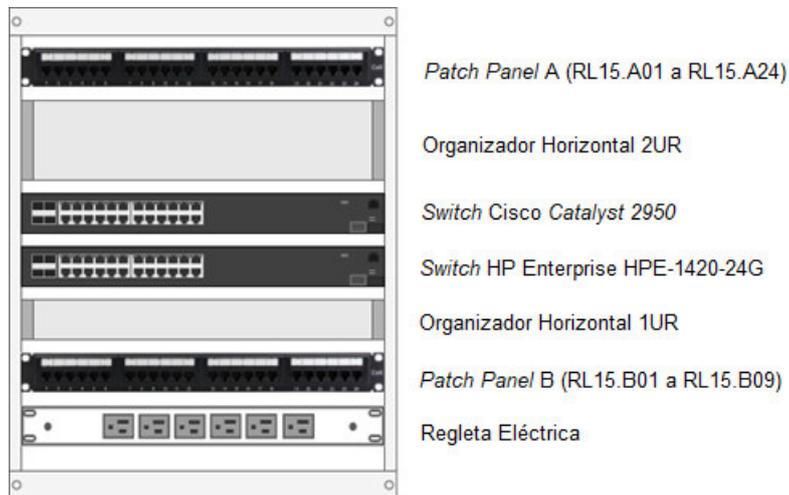


**Figura 3.37** Etiquetado puntos de red RL15.A22, RL15.A23, RL15.A24 y RL15.B01

### **Rack de comunicaciones**

Un *rack* de comunicaciones es una estructura metálica la cual tiene como objetivo almacenar todos los equipos de telecomunicaciones del SCE, cuenta con medidas estandarizadas de modo que sean totalmente compatibles con equipos de diferentes

marcas o fabricantes [37]; acorde a este concepto, se procedió con la implementación y reestructuración del *rack*, esto se lo evidencia mediante el diagrama de *rack* en la Figura 3.38.



**Figura 3.38** Diseño del *rack* para el laboratorio 15 de la ESFOT

Dentro del *rack* de comunicaciones del laboratorio 15 se realizó el ordenamiento y etiquetado de todos los cables pertenecientes a los puntos de red, procurando dejar una cantidad de cable como remanente para posibles modificaciones a futuro del SCE. En la Figura 3.39 se observa el etiquetado y ordenamiento de los cables dentro del *rack*.



**Figura 3.39** Ordenamiento y etiquetado de los cables dentro del *rack*

De la misma manera, se realizó el etiquetado de cada *patch panel* acorde a las etiquetas diseñadas para cada punto de red. En la Figura 3.40 se observa la etiqueta colocada para el *patch panel A*, el cual abarca los puntos de red RL15.A01 – RL15.A24.



**Figura 3.40** Etiquetado *patch panel A*

En la Figura 3.41 se muestra el etiquetado del *patch panel B* el cual contiene los puntos de red RL15.B01 a RL15.B09.



**Figura 3.41** Etiquetado *patch panel B*

Posteriormente se realizó la organización del resto de componentes al interior del *rack* como se observa en la Figura 3.42. Donde se visualizan los *patch cords* desde el *patch panel* hasta cada uno de los *switches*, ordenándolos de tal forma que esté organizado y cumpla con las normas de un SCE.



**Figura 3.42** Organización realizada para el *rack* del laboratorio 15

### **Enlace de *backbone***

La instalación del enlace de *backbone* se realizó sobre la estructura del techo falso con el que cuenta la ESFOT, como se muestran en la Figura 3.43, siguiendo el diseño realizado en la sección 3.2. Sobre esta estructura se encuentra desplegada una gran cantidad de cables tanto eléctricos como de datos, por lo que fue necesaria la utilización de manguera corrugada para establecer un recorrido adecuado del cableado.



**Figura 3.43** Infraestructura del techo de la ESFOT

El cable utilizado para el enlace de *backbone* fue el cable de categoría 6A de 23AWG marca Siemon el cual presenta un buen rendimiento de canal de acuerdo a las

especificaciones ANSI/TIA-568.2-D. El cable soporta la operación 10GBASE-T, también admite aplicaciones IP emergentes y convergentes como VoIP, video IP y futuras aplicaciones de 10 gigabits [31].

En la Figura 3.44 se observa el cable UTP categoría 6A marca Siemon y la manguera corrugada. Estos materiales fueron utilizados para la realización del enlace de *backbone* del laboratorio 15 de la ESFOT.



**Figura 3.44** Cable UTP CAT6A Siemon y manguera corrugada adquiridos

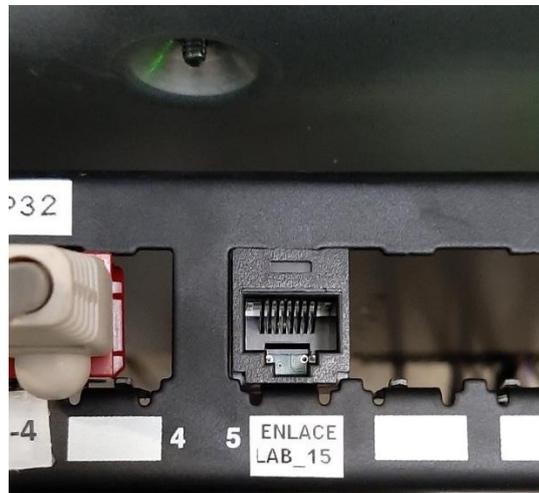
Una vez instalado el cable para el enlace de *backbone* se ponchó los *jacks RJ45* tipo hembra en ambos extremos del cable como se observa en la Figura 3.45.



**Figura 3.45** Ponchado del *jack* RJ45 del enlace de *backbone*

Tras finalizar el ponchado de los *jacks* en los dos extremos del enlace de *backbone* se realizó el etiquetado e instalación de estos en los espacios determinados de los dos

*racks*, en la Figura 3.46 se observa la terminación del enlace de *backbone* en el extremo ubicado en el *rack* de la oficina 2 de profesores de la ESFOT.



**Figura 3.46** Etiquetado del enlace de *backbone* en el *patch panel* de la oficina 2

### **3.4 Pruebas de funcionamiento y certificación del cableado estructurado**

Una vez implementado todo el sistema de cableado estructurado, se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento y certificación de los 16 puntos de la zona norte del laboratorio 15 y del enlace de *backbone* instalado.

#### **Pruebas de conectividad de los puntos de red**

Antes de comenzar con el proceso de certificación de los puntos de red, se realizó pruebas de funcionamiento mediante el uso de un LAN *tester*, este dispositivo tiene como función verificar la continuidad y errores en instalaciones de cables tanto de datos como telefónicos (RJ45, RJ11). Se debe pulsar un botón para que el dispositivo de prueba escanee automáticamente todos los hilos en busca de fallas, como conexiones abiertas, cortocircuitos y pares de alambres cruzados. El LAN *tester* cuenta con una unidad principal y un módulo remoto que permite verificar la condición de los cables [25].

En la Figura 3.47 se observa el procedimiento de verificación realizado con el LAN *tester* para el punto de red RL15.A11.



**Figura 3.47** Pruebas de funcionamiento para el punto de red RL15.A11

En la Figura 3.47 se observa que el punto de red RL15.A11 se encuentra instalado correctamente ya que el resultado del *tester* indica conectividad en dicho punto.

En base a las pruebas realizadas con el *tester*, se comprobó que los 16 puntos de red instalados se encontraban totalmente funcionales, las pruebas de funcionamiento de los 15 puntos de red restantes se observan en el Anexo 4.

### **Certificación del SCE implementado**

Una vez terminada la implementación de la infraestructura del sistema de cableado estructurado se lo debe certificar. La certificación del cableado estructurado es un procedimiento en el cual se realiza una comparación entre el rendimiento de transmisión del sistema implementado y un estándar. Este método pretende detectar errores o defectos presentes en la implementación del cableado y determina si el cableado implementado cumple con la conectividad y desempeño correcto [38]. La certificación del cableado es un proceso primordial para obtener la garantía del fabricante y avalar su desempeño mediante los estándares más altos en la industria [38].

La certificación del cableado implementado en el laboratorio 15 se realizó mediante el certificador TEST-PRO CV100-K50, equipo proporcionado por la ESFOT, el cual cuenta con dos equipos que deben ser configurados como Principal y Remoto respectivamente. Los equipos utilizados se observan en la Figura 3.48.



**Figura 3.48** Certificador TEST-PRO CV100-K50

El equipo configurado como principal se conectó en la terminación del cableado horizontal ubicado en los *patch panels* del *rack*; y el equipo configurado como remoto se conectó en la terminación del cableado horizontal de los *face places*. El proceso realizado se muestra en la Figura 3.49.



**Figura 3.49** Certificación del SCE implementado

El certificador TEST-PRO CV100-K50 almacena los procesos realizados dentro de la memoria interna del equipo configurado como principal, estos datos pueden ser extraídos mediante una memoria USB para posteriormente ser visualizados por medio del *software TestDataPro* el cual genera un archivo en formato PDF con los resultados obtenidos en el proceso de certificación.

Como primer resultado del proceso de certificación, se indica en la Figura 3.50 los datos obtenidos para los 33 puntos de red del laboratorio 15 de la ESFOT del SCE implementado además del enlace de *backbone*. Además, se observa que para cada punto de red se obtuvo un *Pass* como resultado, lo cual valida que el proceso de certificación se cumplió correctamente.



## Summary Report

### Cable Certification

Cable ID	Result	Limit	Length(m)	Margin	Date / Time
ENLACE.LAB15	Pass	TIA - Cat 6A Channel	52,3	6,0 dB (NEXT)	29/7/2021 10:11:28
RL 15.A01	Pass	TIA - Cat 6A Channel	20,6	4,8 dB (NEXT)	28/7/2021 10:36:23
RL 15.A02	Pass	TIA - Cat 6A Channel	20,5	6,1 dB (NEXT)	28/7/2021 10:37:37
RL 15.A03	Pass	TIA - Cat 6A Channel	20,9	5,8 dB (NEXT)	28/7/2021 10:47:58
RL 15.A04	Pass	TIA - Cat 6A Channel	19,3	4,8 dB (NEXT)	28/7/2021 10:49:42
RL 15.A05	Pass	TIA - Cat 6A Channel	19,1	5,2 dB (NEXT)	28/7/2021 10:53:20
RL 15.A06	Pass	TIA - Cat 6A Channel	17,5	5,7 dB (NEXT)	29/7/2021 9:10:02
RL 15.A07	Pass	TIA - Cat 6A Channel	17,7	5,7 dB (NEXT)	29/7/2021 9:10:38
RL 15.A08	Pass	TIA - Cat 6A Channel	16,5	4,9 dB (NEXT)	29/7/2021 9:11:19
RL 15.A09	Pass	TIA - Cat 6A Channel	16	4,8 dB (NEXT)	29/7/2021 9:11:46
RL 15.A10	Pass	TIA - Cat 6A Channel	14,4	5,7 dB (NEXT)	29/7/2021 9:14:09
RL 15.A11	Pass	TIA - Cat 6A Channel	14,5	4,3 dB (NEXT)	29/7/2021 9:14:59
RL 15.A12	Pass	TIA - Cat 6A Channel	13,1	3,8 dB (NEXT)	29/7/2021 9:16:04
RL 15.A13	Pass	TIA - Cat 6A Channel	13,2	4,4 dB (NEXT)	29/7/2021 9:18:28
RL 15.A14	Pass	TIA - Cat 6A Channel	7,3	1,5 dB (NEXT)	29/7/2021 9:19:38
RL 15.A15	Pass	TIA - Cat 6A Channel	6,7	1,5 dB (NEXT)	29/7/2021 9:20:51
RL 15.A16	Pass	TIA - Cat 6A Channel	6,5	1,8 dB (NEXT)	29/7/2021 9:21:38
RL 15.A17	Pass	TIA - Cat 6A Channel	6,5	2,1 dB (NEXT)	29/7/2021 9:22:29
RL 15.A18	Pass	TIA - Cat 6A Channel	8,3	1,4 dB (NEXT)	29/7/2021 9:23:30
RL 15.A19	Pass	TIA - Cat 6A Channel	8,5	1,3 dB (NEXT)	29/7/2021 9:24:18
RL 15.A20	Pass	TIA - Cat 6A Channel	8,5	1,5 dB (NEXT)	29/7/2021 9:25:28
RL 15.A21	Pass	TIA - Cat 6A Channel	7,9	1,1 dB (NEXT)	29/7/2021 9:26:21
RL 15.A22	Pass	TIA - Cat 6A Channel	9,9	1,8 dB (NEXT)	29/7/2021 9:27:09
RL 15.A23	Pass	TIA - Cat 6A Channel	9,5	1,9 dB (NEXT)	29/7/2021 9:27:57
RL 15.A24	Pass	TIA - Cat 6A Channel	9,7	1,8 dB (NEXT)	29/7/2021 9:28:56
RL 15.B01	Pass	TIA - Cat 6A Channel	9,3	1,7 dB (NEXT)	29/7/2021 9:32:56
RL 15.B02	Pass	TIA - Cat 6A Channel	11,1	3,0 dB (NEXT)	29/7/2021 9:40:59
RL 15.B03	Pass	TIA - Cat 6A Channel	11	3,0 dB (NEXT)	29/7/2021 9:41:55
RL 15.B04	Pass	TIA - Cat 6A Channel	10,6	3,9 dB (NEXT)	29/7/2021 9:42:26
RL 15.B05	Pass	TIA - Cat 6A Channel	10,6	3,8 dB (NEXT)	29/7/2021 9:42:56
RL 15.B06	Pass	TIA - Cat 6A Channel	12,7	4,0 dB (NEXT)	29/7/2021 9:43:35
RL 15.B07	Pass	TIA - Cat 6A Channel	12,5	2,9 dB (NEXT)	29/7/2021 9:44:03
RL 15.B08	Pass	TIA - Cat 6A Channel	12,7	4,0 dB (NEXT)	29/7/2021 9:44:31
RL 15.B09	Pass	TIA - Cat 6A Channel	12,2	3,0 dB (NEXT)	29/7/2021 9:44:55

Total  
 Records : 34  
 Total : 467,6m  
 Length

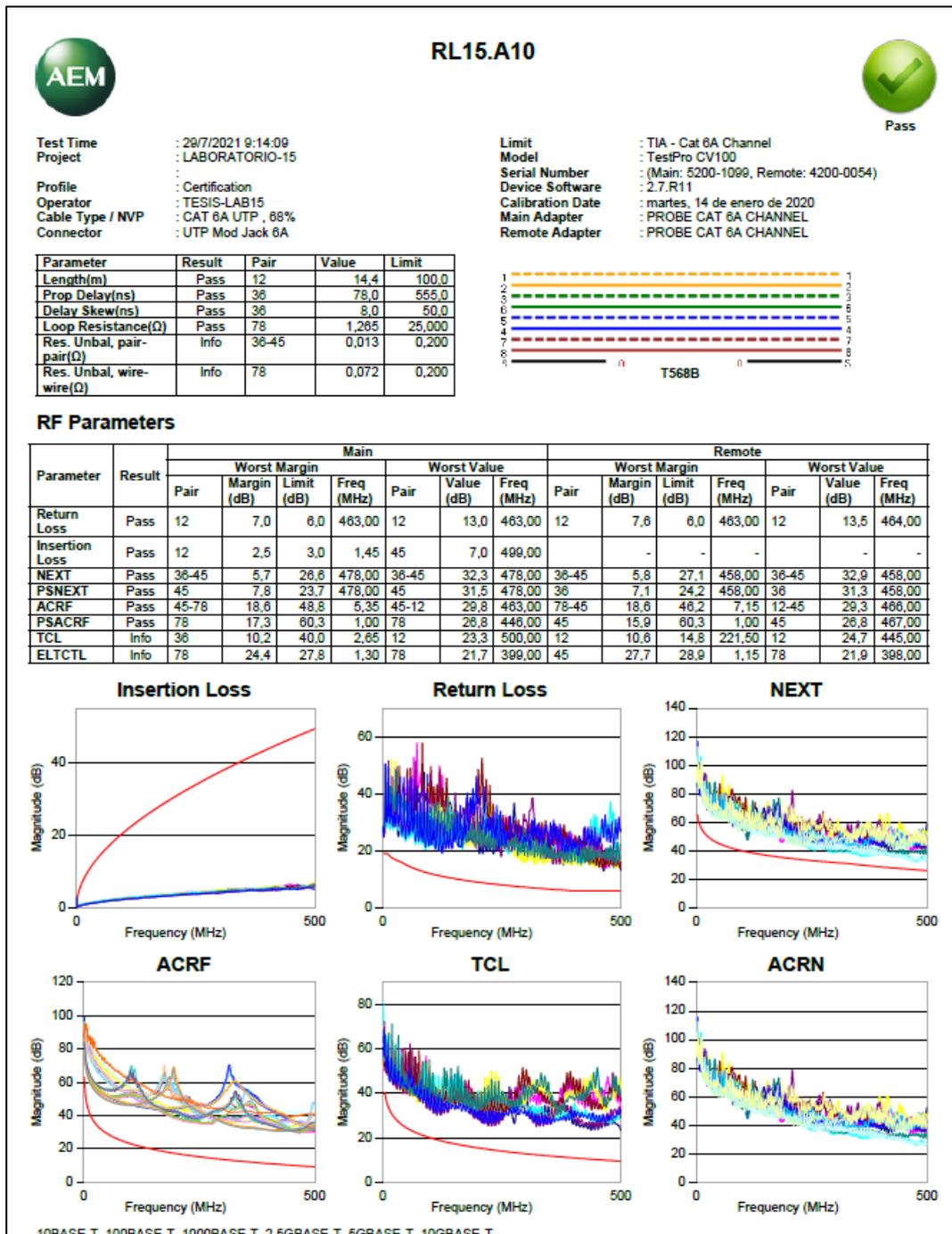
Version: 2.7.304.0  
 AEM-Test.com

TestDataPro

Report Printed: 26/8/2021 17:58:55

**Figura 3.50** Certificación de los 33 puntos de red y enlace *backbone*

En el archivo, para cada punto de red, generado por el *software TestDataPro* se evidencian parámetros como el estado de la medición del enlace, parámetros de validación de la certificación, el resultado del estado de la certificación, mapa de cableado, parámetros de radiofrecuencia y las gráficas: *Insertion Loss*, *Return Loss*, NEXT, ACRF, TCL y ACRN, mismos que son detallados en la Figura 3.51 correspondiente a la certificación del punto de red RL15.A10.



**Figura 3.51** Reporte generado de la certificación del punto de red RL15.A10

### Parámetros de validación de la certificación

Son los datos ubicados en la parte derecha del encabezado del reporte generado, se especifican datos como el tipo de certificación, el instrumento de certificación utilizado, la calibración del equipo certificador, así como de los datos de los equipos principal y remoto. Los parámetros de validación de la certificación para el punto de red RL15.A10 se muestran en la Figura 3.52.

<b>RL15.A10</b>		
		<b>Pass</b>
<b>Limit</b>	: TIA - Cat 6A Channel	
<b>Model</b>	: TestPro CV100	
<b>Serial Number</b>	: (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)	
<b>Device Software</b>	: 2.7.R11	
<b>Calibration Date</b>	: martes, 14 de enero de 2020	
<b>Main Adapter</b>	: PROBE CAT 6A CHANNEL	
<b>Remote Adapter</b>	: PROBE CAT 6A CHANNEL	

**Figura 3.52** Parámetros de validación de la certificación del punto de red RL15.A10

### Estado de la medición del enlace

El estado de la medición del enlace contiene datos como la longitud del enlace certificado (metros), el retardo de propagación (nanosegundos), la desviación del retardo de propagación (nanosegundos), la resistencia del bucle (ohmios), etc.

En la Tabla 3.5 se observa la información del estado de la medición del enlace para el punto de red RL15.A10, Donde se observan parámetros como:

- **Longitud:** Para el punto de red RL15.A10 se obtuvo como resultado un valor de 14.4 metros por lo cual pasa la certificación al ser menor a 100 (m).
- **Retardo de propagación:** Se tiene un valor límite de 555 nanosegundos (ns), el resultado obtenido para el punto de red RL15.A10 fue de 78 (ns) aprobando de esta manera este parámetro.
- **Diferencia de retardo de propagación:** Especifica el resultado obtenido entre el par más lento y el par más rápido en función de todos los pares medidos, el valor límite es de 50 (ns), el resultado para el punto de red RL15.A10 fue de 8 (ns) pasando así este parámetro.
- **Resistencia de bucle:** El resultado para el punto de red RL15.A10 fue de 1,265 ( $\Omega$ ) por lo cual pasa este parámetro ya que no supera el límite de 25 ( $\Omega$ ).

**Tabla 3.8** Resultados del estado de la medición del enlace RL15.A10

Parámetros	Resultado	Pares	Valor	Límite
Longitud (m)	Pasa	12	14,4	100,0
Retardo de propagación (ns)	Pasa	36	78,0	555,0
Diferencia de retardo de propagación (ns)	Pasa	36	8,0	50,0
Resistencia de bucle ( $\Omega$ )	Pasa	78	1,265	25,000

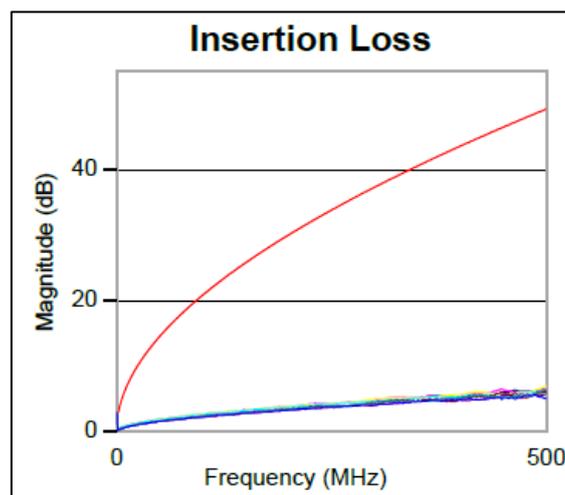
### Parámetros de radiofrecuencia

Los parámetros de radiofrecuencia detallan los resultados obtenidos para parámetros como pérdida de retorno, pérdida de inserción, NEXT, PSNEXT, ACRF, PSACRF, TCL y ELTCTL los cuales son detallados a continuación.

### Pérdida de inserción (*Insertion Loss*)

La pérdida de inserción expresa la medición de la proporción de energía que se desperdicia cuando las señales eléctricas circulan por el cable, se genera por la resistencia del cable y las fugas del material aislante, la pérdida de inserción es directamente proporcional a la longitud del enlace, a mayor longitud mayor pérdida [39].

En la Figura 3.53 se observa la gráfica de la pérdida de inserción del punto de red RL15.A10 el cual se encuentra dentro de los parámetros admitidos en referencia a la curva en rojo que delimita el área permitida.



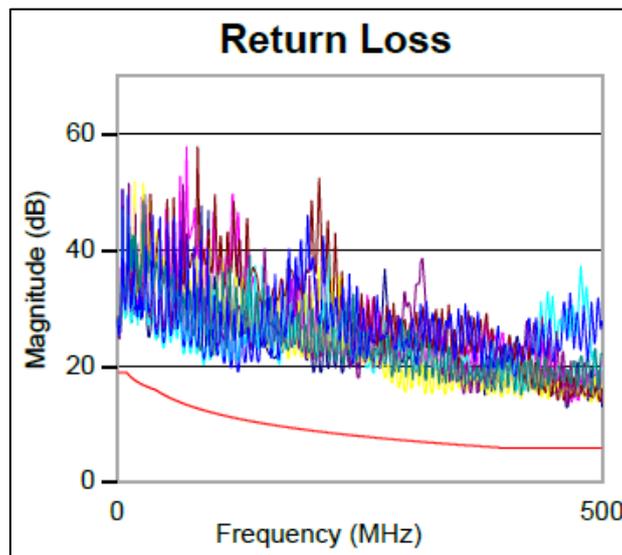
**Figura 3.53** Gráfica de pérdida de inserción del punto de red RL15.A10

### Pérdida de retorno (*Return Loss*)

La pérdida de retorno expresa la diferencia existente entre la potencia de la señal transmitida y las reflexiones producidas por las variaciones en las impedancias del

cable. Elevados valores de pérdida de retorno representan valores similares de impedancias, dando como resultado pequeñas reflexiones [39].

En la Figura 3.54 se observa la gráfica de pérdida de retorno para el punto de red RL15.A10 en el cual se evidencia valores por encima del límite establecido en la gráfica reflejando un correcto funcionamiento.

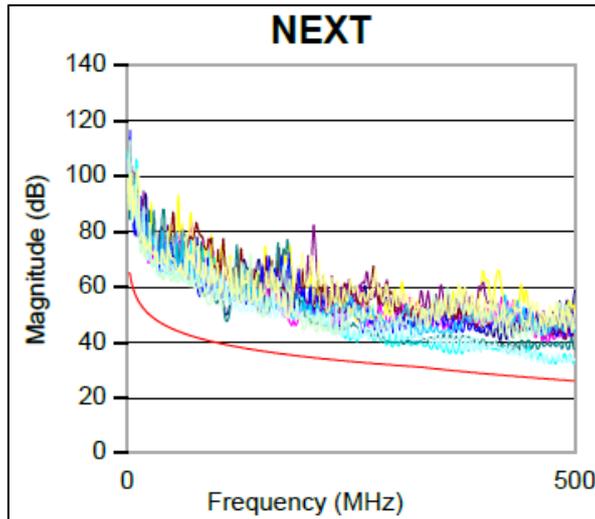


**Figura 3.54** Gráfica de pérdida de retorno del punto de red RL15.A10

#### **Diafonía extremo cercano - NEXT (*Near End Cross Talk*)**

La diafonía extremo cercano mide la diafonía presente entre un par transmisor y uno adyacente dentro del mismo cable. La diafonía o *crosstalk* se produce cuando parte de las señales existentes en un extremo del cable perturbador afectan al otro cable conocido como perturbado. Un valor elevado de NEXT refleja menor interferencia y por lo tanto mayor rendimiento del cable [39].

En la Figura 3.55 se muestra la gráfica de NEXT para el punto de red RL15.A10 en el cual se observa que ninguna medición cruza el límite expresado en color rojo, reflejando un correcto funcionamiento.

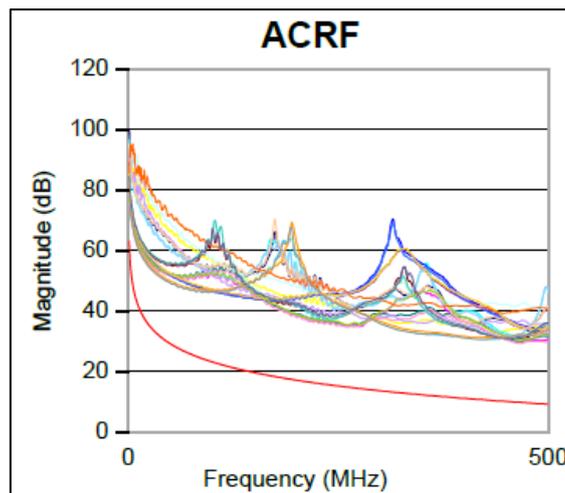


**Figura 3.55** Gráfica de NEXT para el punto de red RL15.A10

### Relación atenuación/telediafonía ACRF

Representa la diferencia entre la pérdida de inserción y la pérdida de telediafonía, la cual representa la señal provocada en otro par en el extremo contrario del cable. Entre más bajo sea este valor, mayor es la probabilidad de error [40].

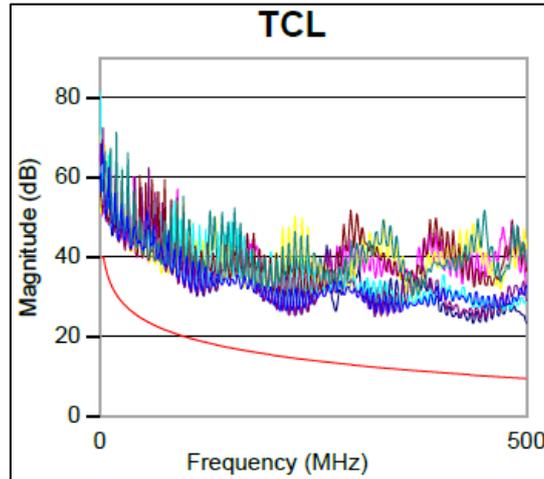
En la Figura 3.56 se muestra la gráfica ACRF para el punto de red RL15.A10 en la cual se observa un valor por encima del límite de color rojo establecido, pasando la prueba de certificación.



**Figura 3.56** Gráfica ACRF del punto de red RL15.A10

### Pérdida de conversión transversal o TCL

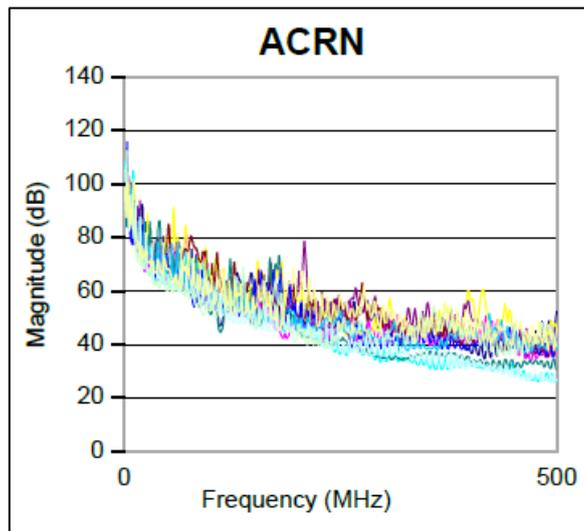
Representa el estado de las impedancias de los conductores del cable medido. En la Figura 3.57 se muestra la gráfica TCL para el punto de red RL15.A10 en el cual aprueba los parámetros de evaluación puesto a que la gráfica se encuentra por encima del límite establecido en color rojo.



**Figura 3.57** Gráfica TCL para el punto de red RL15.A10

### ACRN (*Attenuation/Crosstalk Ratio Near*)

ACRN expresa la diferencia entre la pérdida de inserción y el NEXT, este factor tiene que ser positivo [41]. En la Figura 3.58 se muestra el gráfico ACRN para el punto de red RL15.A10 en el cual se observa valores positivos cumpliendo con la certificación.



**Figura 3.58** Gráfico ACRN del punto de red RL15.A10

Las certificaciones de los 16 puntos de red de la zona norte del laboratorio y del enlace de *backbone* se observan en el Anexo 1.

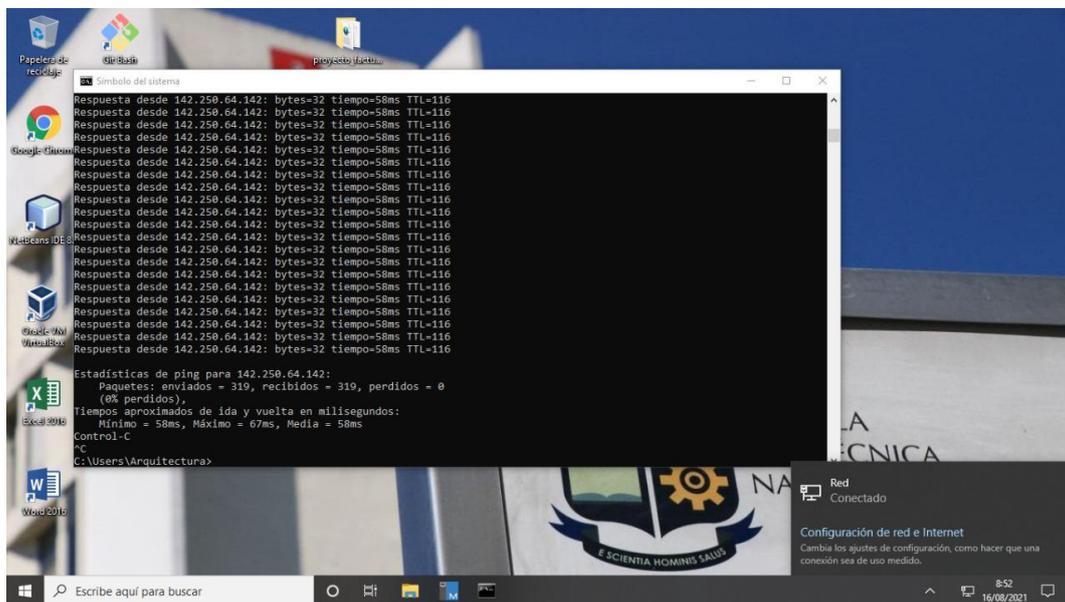
## Pruebas de conectividad de los puntos de red

Para finalizar, se realizó pruebas de conectividad de los 16 puntos de red correspondientes a la zona norte del laboratorio 15 con el fin de verificar que todos los puntos de red cuenten con acceso a Internet y de esta manera corroborar el correcto funcionamiento del SCE implementado.

Para ello se utilizaron las computadoras de escritorio existentes en el laboratorio, mismas que fueron conectadas a cada punto de red para posteriormente realizar un *ping* sostenido a los servidores de Google para evaluar su respuesta.

*Ping* es un comando que permite realizar un diagnóstico acerca del estado de conexión de un equipo en una red, este es utilizado para determinar si una dirección IP específica o host es accesible desde la red o no [42], el *ping* sostenido genera respuestas infinitas hasta que su operación sea interrumpida.

En la Figura 3.59 se observa la prueba de conectividad del punto de red RL15.A10 en la cual se realizó un *ping* sostenido mediante el comando *ping google.com -t* escrito en el terminal de *Windows*.



**Figura 3.59** Pruebas de conectividad para el punto de red RL15.A10

En la Figura 3.59 se observa que fueron enviados 319 paquetes durante la ejecución del comando *ping* de los cuales los 319 paquetes enviados fueron recibidos y no se perdió ningún paquete. De esta manera se comprueba su correcto funcionamiento.

De la misma manera se realizó una prueba de conectividad para el punto de red RL15.B01, donde se realizó el mismo procedimiento descrito anteriormente obteniendo

los resultados observados en la Figura 3.60. Se verifica el correcto funcionamiento del punto de red.

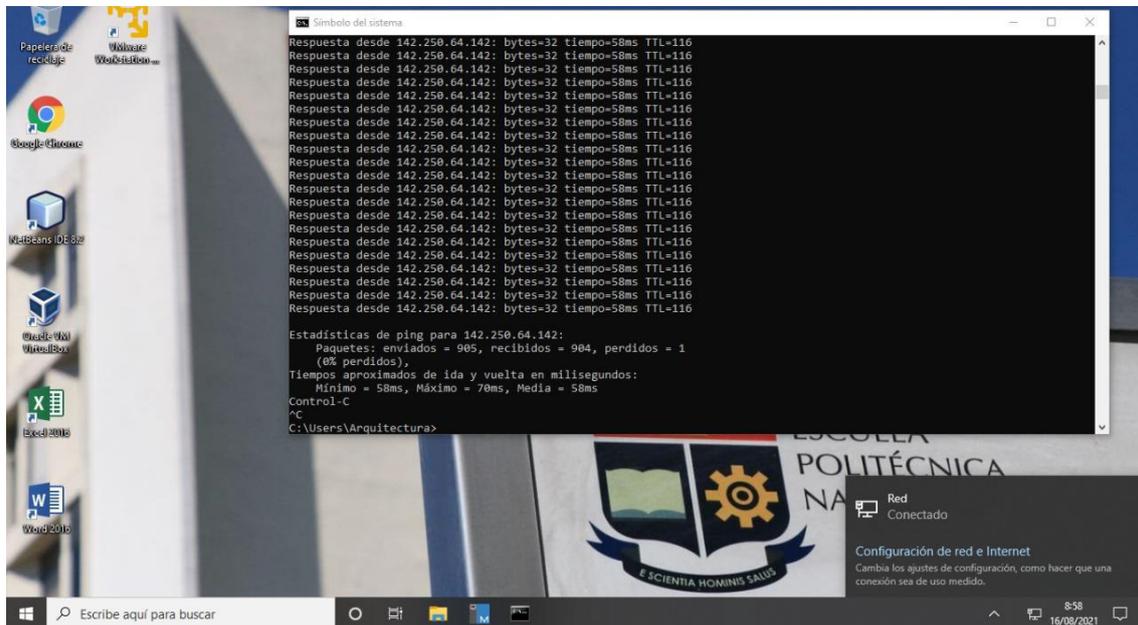


Figura 3.60 Prueba de conectividad para el punto de red RL15.B01

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- El realizar un análisis previo a la implementación de un sistema de cableado estructurado permite identificar falencias existentes en el SCE, verificar el estado de los elementos con los que contaba el sistema antiguo, así como recopilar la información necesaria para etapas posteriores como diseño e implementación de un nuevo sistema de cableado estructurado.
- El diseño previo a la instalación del sistema permitió planificar de forma clara la ruta del cableado alrededor del laboratorio 15 de la ESFOT, del mismo modo se pudo conocer las características de los equipos y elementos del sistema necesarios que fueron adquiridos para posteriormente ser implementados.
- El etiquetado de los elementos del sistema de cableado estructurado es un proceso importante debido a que permite ubicar fácilmente cada elemento, el etiquetado realizado de acuerdo a la nomenclatura establecida en cada punto de red permitió su fácil instalación en cada cajetín sobrepuesto correspondiente a cada estación de trabajo, así como en los *patch panels* ubicados en el *rack*.

- El funcionamiento del *switch* 3COM, con el que contaba el laboratorio, presentó fallas al momento de la realización de pruebas de conmutación y latencia de sus puertos. Estos errores se evidenciaron al momento de conectar un equipo de prueba a cada uno de ellos e intentar navegar, por lo que fue necesario reemplazarlo por el *switch* HP *Enterprise* 1420 el cual cuenta con 24 puertos *Gigabit Ethernet* de 10/100/1000 y 2 puertos SFP el cual fue colocado en el *rack* del laboratorio 15.
- La certificación de un sistema de cableado estructurado es el paso final posterior a la instalación del cableado, mediante este proceso se pudo comprobar el correcto funcionamiento de cada punto de red instalado dentro del SCE. El equipo certificador se basa en estándares internacionales de cableado y analizó a detalle cada punto y generando un reporte en el que se evidenció los parámetros de funcionamiento del enlace, obteniendo en cada punto el resultado “PASA” consiguiendo de esta manera un resultado satisfactorio.
- Mediante las pruebas de funcionamiento de los puntos de red realizadas con la ayuda de un LAN *tester* se pudo comprobar la continuidad del cableado según los datos arrojados por dicho equipo en el cual todos los puntos de red instalados tuvieron el resultado “conectado” evidenciando así su correcto funcionamiento.
- Por medio de las pruebas de conectividad se pudo comprobar que todos los puntos de red instalados tuvieron acceso a Internet, con la ayuda de computadoras de escritorio conectadas a los puntos de red instalados y la ejecución del comando *ping* en el terminal de *Windows* se realizaron pruebas de conectividad hacia los servidores de Google en el cual se pudo comprobar que para el punto de red RL15.A10 fueron enviados 319 paquetes de los cuales 319 fueron recibidos y no hubo paquetes perdidos evidenciando un funcionamiento satisfactorio.

## 4.2 Recomendaciones

- Se recomienda verificar el SCE del laboratorio 14 de la ESFOT ya que durante el desarrollo del presente proyecto se ingresó al *rack* ubicado en el laboratorio 14 para identificar el enlace que este mantenía con el laboratorio 15 y se evidenció que los elementos del *rack* necesitan un mejor reordenamiento. Se pudo observar también que los *patch cords* con los que cuenta el sistema dentro del *rack* son de diferentes categorías por lo que se recomienda mantener una misma categoría, además es necesario realizar una inspección con el fin de

verificar si el sistema implementado se encuentra en buenas condiciones tanto físicas como operacionales.

- El medio de transmisión es uno de los elementos más importantes dentro de un sistema de cableado estructurado puesto a que debe ser implementado considerando características como la confiabilidad garantizando su funcionamiento por al menos 20 años; por lo cual se recomienda utilizar un medio de transmisión de excelentes condiciones y características como el cableado utilizado en el presente proyecto.
- Es recomendable implementar un sistema de cableado estructurado con proyecciones a futuro tanto en escalabilidad como en operatividad con el fin de garantizar que el sistema sea capaz de admitir crecimientos de la red así como soportar tecnologías futuras de transmisión de información.
- Al momento de realizar el tendido y ubicación del cable por canaletas y cajetines sobrepuestos se debe tener en consideración no doblar el cable más allá de los límites soportables descritos por el estándar ANSI/TIA-568.2-D.
- Se recomienda dejar un remanente de cable dentro del *rack* con el fin de permitir posibles modificaciones futuras del SCE implementado.
- Se debe tener en cuenta la marca de los elementos como *patch panel* y *jacks* ya que estos dependiendo de su fabricante diseñan estos elementos para que encajen fijamente en cada espacio, utilizar *jacks* de otro fabricante para conectar dentro de algún *patch panel* de diferente marca podría ocasionar que no encaje fijamente dentro del espacio determinado en el *patch panel*.
- Si se va a realizar un aumento de puntos de red en el sistema implementado se recomienda utilizar la nomenclatura establecida, puesto que la misma fue desarrollada en base a indicaciones dictadas por parte de la DGIP. Se recomienda utilizar el *patch panel* etiquetado como B ya que cuenta con espacios libres, así como el *switch* HP instalado.
- Previo al proceso de certificación, en el equipo configurado como principal es necesario crear un nuevo proyecto dentro del cual se guarde cada proceso de certificación realizado, para ello se debe crear una nueva carpeta, configurar los parámetros como el tipo de certificación, la categoría del cable, la norma sobre la cual el equipo realizará la certificación, el tipo de conector o *jack* y el nombre de cada punto de red que será certificado.
- Es recomendable implementar un sistema de cableado estructurado que cuente con una misma categoría tanto para el cableado horizontal como para los *patch*

*cords* de las estaciones de trabajo, de esta manera se garantiza la operatividad y también la garantía de marca.

## 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] I. N. Peñalba, Diseño de un sistema de cableado estructurado para un entorno de oficinas, Cataluña: Universitat Oberta de Catalunya, 2020.
- [2] D. Díaz y J. Sarango, «IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE VIDEO PORTEROS IP EN LA ZONA B DE LAS OFICINAS DE PROFESORES DE LA ESFOT,» ESFOT, Quito, 2020.
- [3] N. R. Buitrago, «ita TECH,» 27 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://info.ita.tech/blog/etapas-del-cableado-estructurado>. [Último acceso: 13 Julio 2021].
- [4] A. Barrera, «www.nextu.com,» [En línea]. Available: <https://www.nextu.com/blog/cableado-estructurado-que-es-y-cuales-son-sus-elementos/>. [Último acceso: 7 Julio 2021].
- [5] J. Rogríguez, M. Posada, B. Diaz y J. Cano, «Análisis de las redes de datos para empresas del sector público en la ciudad de Cúcuta,» Revista Espacios, Cúcuta, 2018.
- [6] BTicino, «Capítulo 6. TIA/EIA-606 Norma para la Administración de la Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales,» 2007 Septiembre 26. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9268/7/Cap%206.pdf>. [Último acceso: 7 Agosto 2021].
- [7] G. Cevallos, Escritor, *Cableado Estructurado*. [Performance]. ESFOT, 2018.
- [8] J. B. CONCEJERO, J. B. MONDÉJAR, O. R. ROMERO, M. D. C. R. TERNERO, J. R. RODRÍGUEZ, G. S. ANTÓN y F. S. CASTILLO, *Redes locales 3.ª edición* 2020, Madrid: Paraninfo, 2020.
- [9] J. GONZÁLEZ, A. GARCIA y J. CABALLERO, *Integración de sistemas de automatización industrial*, Madrid: Paraninfo, 2019.

- [10] S. Informant, «ANSI/TIA-568.0-D: Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises,» Standards Informant, 2021. [En línea]. Available: <https://blog.siemon.com/standards/ansitia-568-c-0-generic-telecommunications-cabling-for-customer-premises>. [Último acceso: 11 agosto 2021].
- [11] TIMB, «ANSI/TIA-568.1-D: Commercial Building Telecommunications Cabling,» Standards Informant, 2021. [En línea]. Available: <https://blog.siemon.com/standards/ansitia-568-c-1-commercial-building>. [Último acceso: 11 agosto 2021].
- [12] TIMB, «ANSI/TIA-568.2-D: Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components,» Standards Informant, 2021. [En línea]. Available: <https://blog.siemon.com/standards/ansi-tia-568-2-d-balanced-twisted-pair-telecommunications-cabling-and-components>. [Último acceso: 11 agosto 2021].
- [13] INSELEC, «BEAUCORP - CATÁLOGO DE PRODUCTOS,» 30 noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://inselec.com.ec/store/inicio/2172-gabinete-abatible-12ur-ref-i-1026-n-.html>. [Último acceso: 03 agosto 2021].
- [14] John, «¿Qué es un patch panel y por qué lo necesitamos?,» FS community, 29 mayo 2021. [En línea]. Available: <https://community.fs.com/es/blog/what-is-a-patch-panel-and-why-use-it.html>. [Último acceso: 04 agosto 2021].
- [15] Panduit, Modular Patch Panels - Datasheet, US and Canada: Panduit Corp., 2018.
- [16] PANDUIT, Category 6A UTP Copper Cable - Datasheet, Panduit Corp, 2016.
- [17] J. C. M. Castillo, J. Á. V. Aroca y J. M. A. Carrascosa, Instalaciones de telefonía digital y redes de datos (ICTVE), Editex, 2019.
- [18] CISCO, «cisco.com,» cisco, 10 Marzo 2015. [En línea]. Available: [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/solutions/small-business/resource-center/networking/network-switch-how.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/solutions/small-business/resource-center/networking/network-switch-how.html). [Último acceso: 5 Agosto 2021].
- [19] CISCO, «Switches Cisco Catalyst de la serie 2950 con imagen estándar e imagen mejorada de Cisco,» CISCO, 28 marzo 2006. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/web/ANZ/cpp/refguide/hview/switch/2950.html>. [Último acceso: 03 agosto 2021].

- [20] H. P. Enterprise, «2019,» Worldwide, Chicago, Agosto.
- [21] intcomex, «intcomex.com,» 20 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://store.intcomex.com/es-XPE/Product/Detail/208800>. [Último acceso: 11 Agosto 2021].
- [22] A. INTERNATIONAL, TestPro CV100 Multifunction Cable Tester - Datasheet, West Chandler Blvd: AEM International, 2018.
- [23] M. Párraga, «DISEÑO CORRECTO DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO,» UNMSM, Lima, 2013.
- [24] PANDUIT, Category 6A UTP Copper Cable - Datasheet, Panduit Corp, 2016.
- [25] NEXXT, «Probadores para redes LAN,» NEXXT SOLUTIONS, 2018.
- [26] A. Oliviero, Cabling Part 1 Lan/Data Center Networks and Cabling Systems, Electronics Technicians Association, 2014.
- [27] G. Ballou, Handbook for Sound Engineers, Amsterdam: Focal Press, 2013.
- [28] A. Comunicaciones, «Diferencia entre Cable CAT6 y CAT6A,» Atlas, 21 octubre 2019. [En línea]. Available: <https://atlascomunicaciones.com/cable-cat6-y-cat6a-diferencias/>. [Último acceso: 25 octubre 2021].
- [29] M. F. P. Agama, Estudio y diseño de una red LAN y cableado estructurado categoría 6A para la empresa compuclick, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2011.
- [30] Leviton, EXtreme™ Cat 6A UTP Cable, LSZH, Leviton Manufacturing Co., Inc., 2020.
- [31] SIEMON, Category 6A F/UTP 4-Pair Cable - International, North America: SIEMON, 2021.
- [32] CISCO, «Distintos tipos de switches Ethernet y de red,» CISCO, [En línea]. Available: <https://bit.ly/30TPRhn>. [Último acceso: 25 octubre 2021].
- [33] TP-LINK, «Switches No Administrables TL-SG1024,» TP-LINK, [En línea]. Available: <https://bit.ly/311J1GT>. [Último acceso: 25 octubre 2021].

- [34] Aruba, SWITCHES ARUBA SERIE 2530 Datasheet, Aruba a Hewlett Packard Enterprise company.
- [35] CableadoEstructurado y InstitutoNacionaldeSalud, «Ficha de especificaciones técnicas cableado estructurado y switches,» [En línea]. Available: <https://bit.ly/3B0yAj8>. [Último acceso: 20 octubre 2021].
- [36] RESETEL, «Calidad en Patch Cords,» Resetel, 14 mayo 2019. [En línea]. Available: <https://resetel.cr/calidad-en-patch-cords/>. [Último acceso: 20 octubre 2021].
- [37] R. M. Rioja, «ADR Formación,» ADR, 10 Julio 2018. [En línea]. Available: [https://www.adrformacion.com/knowledge/administracion-de-sistemas/el\\_armario\\_de\\_comunicaciones\\_de\\_una\\_red\\_local.html](https://www.adrformacion.com/knowledge/administracion-de-sistemas/el_armario_de_comunicaciones_de_una_red_local.html). [Último acceso: 16 Agosto 2021].
- [38] A. Valderrama, «Certificación de Cableado Estructurado,» Data Mercantil, 08 febrero 2021. [En línea]. Available: <https://datamercantil.com/certificacion-de-cableado-estructurado/>. [Último acceso: 13 agosto 2021].
- [39] C. ValdiviaMiranda, Sistemas informáticos y redes locales 2.<sup>a</sup> edición 2020, Madrid: Paraninfo, 2020.
- [40] S. G. Vázquez, Elementos de sistemas de telecomunicaciones, Madrid: Paraninfo, 2015.
- [41] J. C. M. Castillo, J. M. A. Carrascosa y J. Á. V. Aroca, Infraestructuras comunes de telecomunicaciones en viviendas y edificios - Ed. 2019, Editex, 2019.
- [42] T. Ramírez, «Computerhoy,» Computerhoy, 25 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://computerhoy.com/noticias/internet/que-es-comando-ping-como-funciona-42607>. [Último acceso: 2021 Octubre 2021].

# **ANEXOS**

# **ANEXO 1: CERTIFICACIONES DE LOS PUNTOS DE RED**



RL15.A11

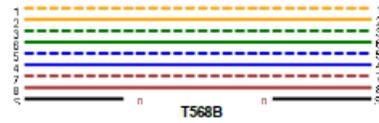


Pass

Test Time : 29/7/2021 9:14:59  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile :  
 Operator : Certification  
 Cable Type / NVP : TESIS-LAB15  
 Connector : CAT 6A UTP , 68%  
 UTP Mod Jack 6A

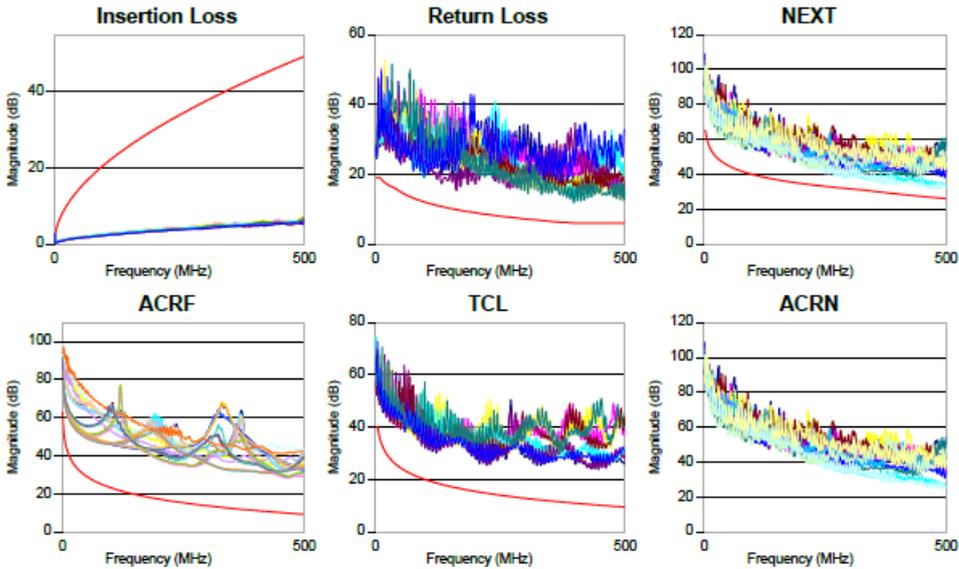
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	14.5	100.0
Prop Delay(ns)	Pass	36	79.0	555.0
Delay Skew(ns)	Pass	36	8.0	50.0
Loop Resistance(Ω)	Pass	36	1.335	25.000
Res. Unbal, pair-pair(Ω)	Info	36-45	0.017	0.200
Res. Unbal, wire-wire(Ω)	Info	78	0.072	0.200



RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	45	6,6	6,0	497,00	45	12,5	498,00	12	5,5	9,9	162,00	45	11,8	398,00
Insertion Loss	Pass	12	2,5	3,0	1,45	45	7,3	499,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	4,7	29,7	368,00	36-45	34,4	368,00	36-45	4,3	27,1	460,00	36-45	31,4	460,00
PSNEXT	Pass	45	7,2	26,7	368,00	36	31,8	487,00	36	6,3	24,7	440,00	36	30,7	460,00
ACRF	Pass	45-78	18,7	49,5	4,90	12-45	28,7	500,00	12-45	19,2	48,1	5,80	12-45	28,3	463,00
PSACRF	Pass	45	16,7	56,3	1,60	45	26,5	471,00	45	17,2	51,5	2,80	45	26,4	462,00
TCL	Info	12	10,7	14,8	222,50	12	23,9	448,00	12	11,0	14,8	222,50	12	24,1	433,00
ELTCTL	Info	45	28,1	26,7	1,45	78	21,9	400,00	45	27,9	30,0	1,00	78	22,7	438,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Figura A1 Certificación punto de red RL15.A11



RL15.A12



Pass

Test Time : 29/7/2021 9:16:04  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile : Certification  
 Operator : TESIS-LAB15  
 Cable Type / NVP : CAT 6A UTP , 68%  
 Connector : UTP Mod Jack 6A

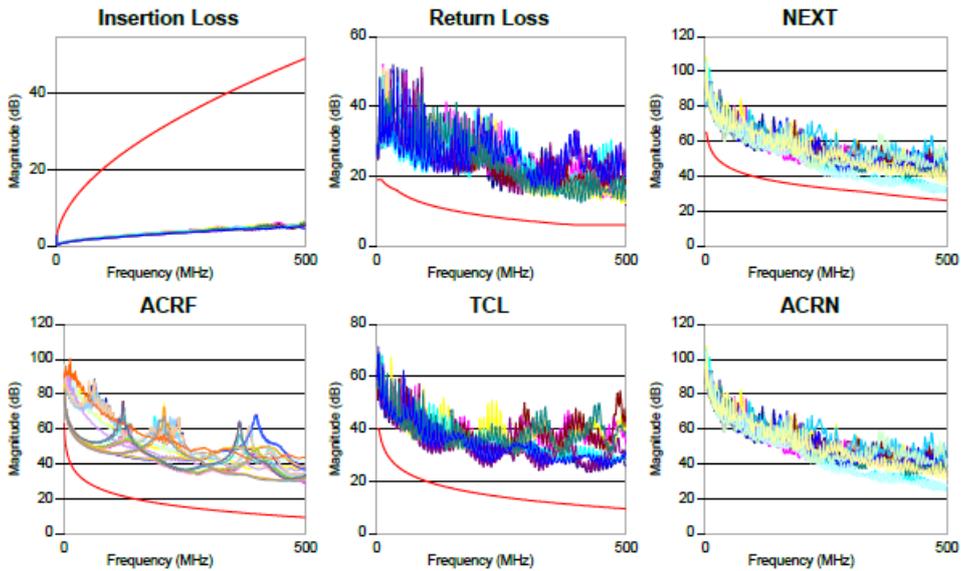
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	13,1	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	70,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	6,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	36	1,198	25,000
Res. Unbal, pair-pair(Ω)	Info	36-45	0,017	0,200
Res. Unbal, wire-wire(Ω)	Info	78	0,064	0,200



RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)		
Return Loss	Pass	12	5,6	6,0	500,00	12	11,6	500,00	45	6,5	6,0	409,00	45	12,4	410,00
Insertion Loss	Pass	12	2,5	3,0	1,75	45	6,7	499,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	3,8	26,8	472,00	36-45	30,6	472,00	36-45	4,1	27,2	457,00	36-45	31,3	457,00
PSNEXT	Pass	45	6,2	23,9	473,00	45	30,1	473,00	45	6,4	24,2	458,00	36	30,4	472,00
ACRF	Pass	12-45	18,5	42,2	11,35	12-45	28,8	499,00	12-45	18,2	48,9	5,20	78-45	30,1	500,00
PSACRF	Pass	45	15,5	60,3	1,00	45	26,5	500,00	45	16,8	55,6	1,75	45	26,8	500,00
TCL	Info	12	11,4	15,0	214,00	12	23,5	430,00	12	10,5	15,0	214,00	12	23,6	429,00
ELTCTL	Info	45	29,5	27,8	1,30	78	22,8	402,00	45	29,4	28,9	1,15	78	22,4	394,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Version: 2.7.304.0  
 AEM-Test.com

TestDataPro

Report Printed: 12/8/2021 15:36:57

Figura A2 Certificación punto de red RL15.A12



# RL15.A13

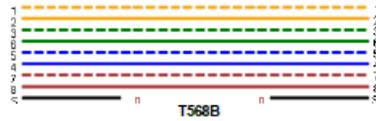


Pass

Test Time : 29/7/2021 9:18:28  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile : Certification  
 Operator : TESIS-LAB15  
 Cable Type / MVP : CAT 6A UTP, 68%  
 Connector : UTP Mod Jack 6A

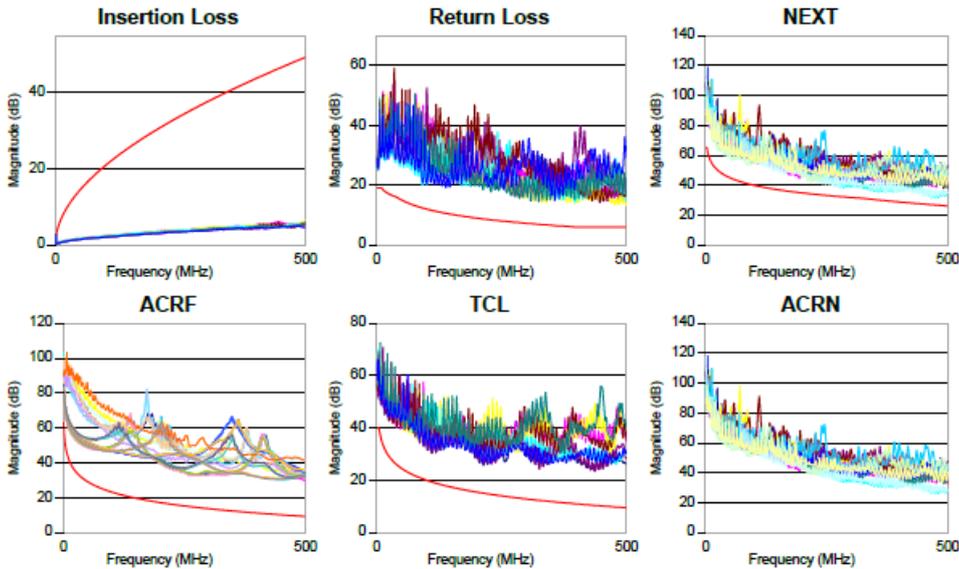
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	13,2	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	70,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	6,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	78	1,193	25,000
Res. Unbal, pair-pair(Ω)	Info	45-78	0,011	0,200
Res. Unbal, wire-wire(Ω)	Info	78	0,071	0,200



## RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	45	7,2	6,0	500,00	45	13,2	500,00	45	7,7	7,1	308,00	36	14,3	446,00
Insertion Loss	Pass	12	2,5	3,0	1,60	45	6,5	500,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	4,4	27,0	465,00	36-45	31,4	465,00	36-45	4,8	27,0	465,00	36-45	31,8	465,00
PSNEXT	Pass	45	6,8	24,0	466,00	45	30,8	474,00	36	7,3	24,1	465,00	45	31,4	466,00
ACRF	Pass	45-12	17,0	49,5	4,90	12-45	29,6	500,00	12-45	17,2	47,8	5,95	78-45	30,6	428,00
PSACRF	Pass	45	15,4	60,3	1,00	45	26,9	500,00	45	15,1	59,2	1,15	78	27,6	458,00
TCL	Info	12	10,7	15,1	213,50	12	23,9	437,00	36	11,2	40,0	3,70	12	23,4	437,00
ELTCTL	Info	45	28,0	28,9	1,15	78	23,2	354,00	45	28,6	26,7	1,45	36	23,9	338,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Figura A3 Certificación punto de red RL15.A13



RL15.A14



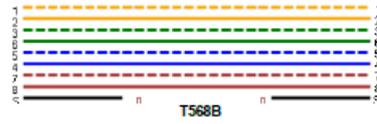
Pass

Test Time : 29/7/2021 9:19:38  
Project : LABORATORIO-15

Profile : Certification  
Operator : TESIS-LAB15  
Cable Type / NVP : CAT 6A UTP , 68%  
Connector : UTP Mod Jack 6A

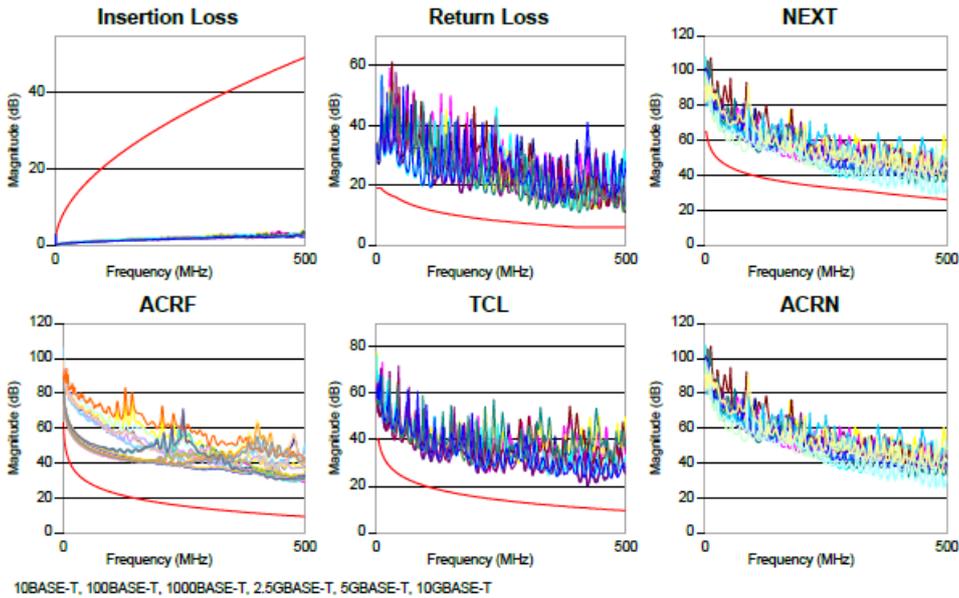
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
Model : TestPro CV100  
Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
Device Software : 2.7.R11  
Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	78	7.3	100.0
Prop Delay(ns)	Pass	36	38.0	555.0
Delay Skew(ns)	Pass	36	3.0	50.0
Loop Resistance(Ω)	Pass	12	0.374	25,000
Res. Unbal, pair-pair(Ω)	Info	12-45	0.016	0.200
Res. Unbal, wire-wire(Ω)	Info	78	0.067	0.200



RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	45	5,2	6,0	495,00	45	11,2	495,00	12	5,0	6,0	499,00	45	10,9	407,00
Insertion Loss	Pass	12	2,7	3,0	1,00	45	4,0	495,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	2,7	26,6	479,00	36-45	29,3	479,00	36-45	1,5	27,0	464,00	36-45	28,5	464,00
PSNEXT	Pass	36	5,2	24,1	464,00	45	29,0	478,00	36	3,8	24,1	464,00	36	27,9	478,00
ACRF	Pass	45-12	17,4	49,2	5,05	12-45	29,1	498,00	12-45	16,2	50,7	4,30	36-78	29,4	469,00
PSACRF	Pass	12	16,3	60,3	1,00	45	27,4	493,00	45	16,4	52,5	2,50	45	27,6	489,00
TCL	Info	12	9,5	10,6	423,00	12	20,1	423,00	12	9,8	10,6	422,00	12	20,4	422,00
ELTCTL	Info	45	31,7	27,8	1,30	78	19,2	434,00	45	31,7	27,8	1,30	78	22,1	433,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Figura A4 Certificación punto de red RL15.A14



# RL15.A15



Pass

Test Time : 29/7/2021 9:20:51  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile : Certification  
 Operator : TESIS-LAB15  
 Cable Type / NVP : CAT 6A UTP , 68%  
 Connector : UTP Mod Jack 6A

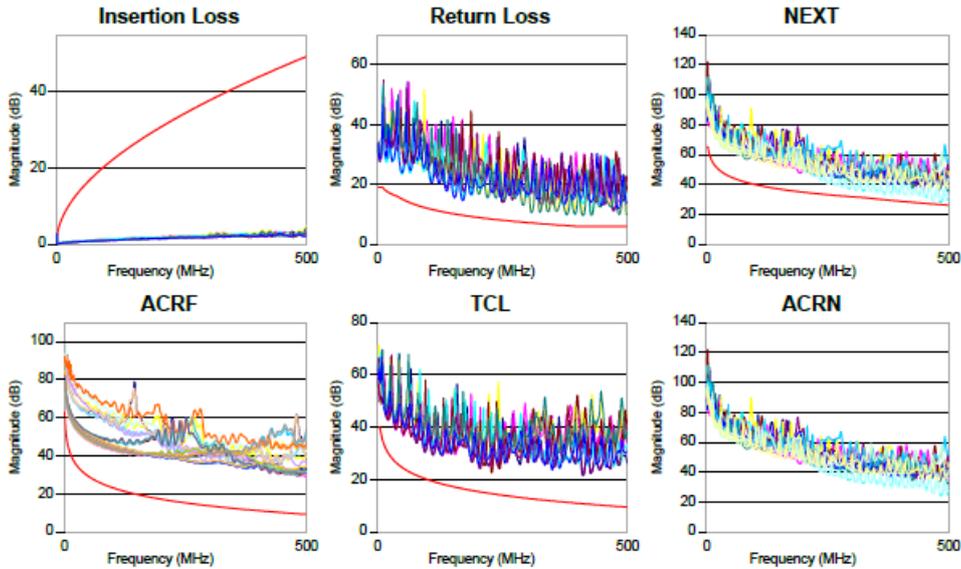
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	6,7	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	36,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	4,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	12	0,411	25,000
Res. Unbal, pair-pair(Ω)	Info	12-45	0,017	0,200
Res. Unbal, wire-wire(Ω)	Info	78	0,067	0,200



## RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	45	3,6	6,0	500,00	45	9,6	500,00	45	3,6	6,0	500,00	45	9,6	500,00
Insertion Loss	Pass	12	2,7	3,0	1,15	45	4,8	500,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	1,5	26,5	483,00	36-45	28,0	483,00	36-45	1,9	26,9	488,00	36-45	28,8	468,00
PSNEXT	Pass	36	4,0	23,6	483,00	45	27,8	484,00	36	4,5	24,0	488,00	45	28,5	469,00
ACRF	Pass	12-45	17,3	46,1	7,30	12-45	28,8	500,00	12-45	16,9	52,5	3,40	12-45	29,4	500,00
PSACRF	Pass	45	15,8	59,2	1,15	45	27,0	500,00	45	14,4	60,3	1,00	45	27,4	500,00
TCL	Info	12	9,4	15,4	204,00	12	21,6	411,00	36	8,1	14,6	228,00	12	22,2	412,00
ELTCTL	Info	36	31,8	27,8	1,30	78	20,1	438,00	12	31,7	28,9	1,15	78	20,5	428,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Figura A5 Certificación punto de red RL15.A15



# RL15.A16

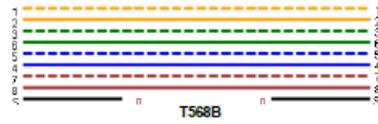


Pass

Test Time : 29/7/2021 9:21:38  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile : Certification  
 Operator : TESIS-LAB15  
 Cable Type / NVP : CAT 6A UTP , 68%  
 Connector : UTP Mod Jack 6A

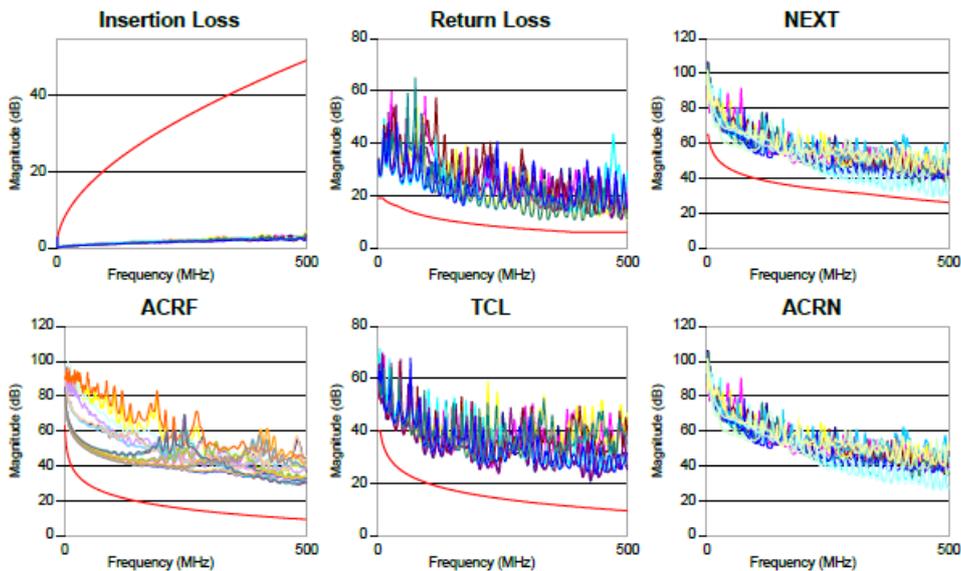
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	6,5	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	36,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	5,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	12	0,461	25,000
Res. Unbal. pair-pair(Ω)	Info	12-45	0,017	0,200
Res. Unbal. wire-wire(Ω)	Info	78	0,064	0,200



## RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	45	4,6	6,0	499,00	45	10,5	500,00	45	4,1	6,9	324,00	45	10,7	409,00
Insertion Loss	Pass	12	2,7	3,0	1,00	45	4,4	500,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	2,9	26,9	468,00	36-45	29,8	468,00	36-45	1,8	26,9	467,00	36-45	28,7	467,00
PSNEXT	Pass	45	5,3	24,0	468,00	36	29,3	483,00	45	4,2	24,0	468,00	45	28,2	468,00
ACRF	Pass	45-78	19,0	45,5	7,75	36-78	29,2	482,00	45-12	18,6	51,0	4,15	36-78	29,8	458,00
PSACRF	Pass	45	16,2	58,1	1,30	36	27,8	459,00	45	17,0	52,8	2,35	45	28,0	500,00
TCL	Info	12	10,0	15,4	203,50	12	20,8	425,00	12	9,5	14,3	241,00	12	21,0	425,00
ELTCTL	Info	45	30,6	28,9	1,15	78	19,3	435,00	12	28,9	28,9	1,15	78	19,7	440,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Version: 2.7.304.0  
 AEM-Test.com

TestDataPro

Report Printed: 12/8/2021 16:01:44

Figura A6 Certificación punto de red RL15.A16



# RL15.A17



Test Time : 29/7/2021 9:22:29  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile : Certification  
 Operator : TESIS-LAB15  
 Cable Type / NVP : CAT 6A UTP , 68%  
 Connector : UTP Mod Jack 6A

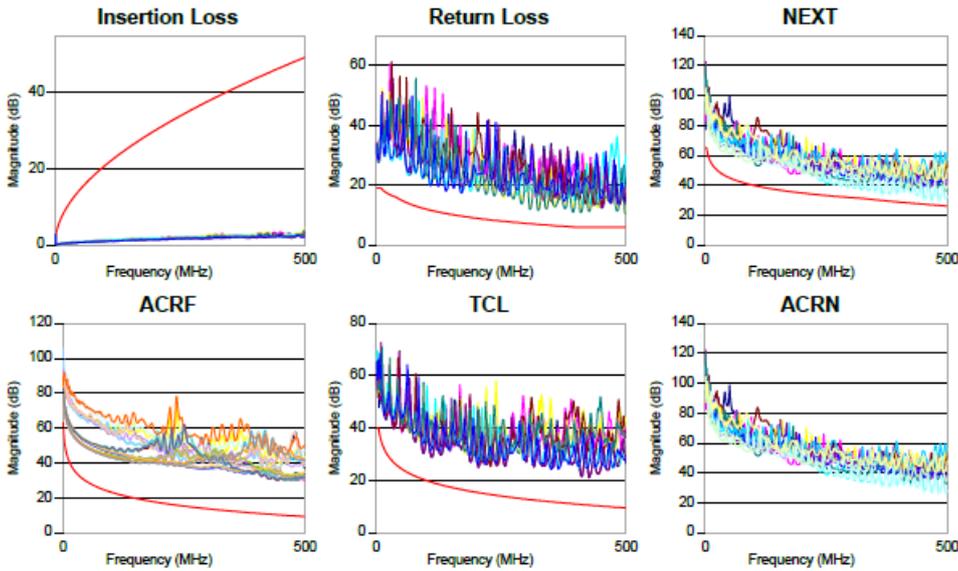
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	6,5	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	35,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	4,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	12	0,503	25,000
Res. Unbal, pair-pair(Ω)	Info	12-45	0,017	0,200
Res. Unbal, wire-wire(Ω)	Info	78	0,056	0,200



## RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	45	4,6	6,0	500,00	45	10,6	500,00	45	4,6	6,0	498,00	45	10,5	499,00
Insertion Loss	Pass	12	2,7	3,0	1,00	45	4,4	500,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	3,2	26,9	467,00	36-45	30,1	467,00	36-45	2,1	26,9	467,00	36-45	29,0	467,00
PSNEXT	Pass	45	5,5	24,0	469,00	36	29,5	482,00	36	4,5	24,0	467,00	36	28,4	482,00
ACRF	Pass	12-45	17,9	42,2	11,35	12-45	29,9	500,00	12-45	17,9	48,5	5,50	36-78	30,1	459,00
PSACRF	Pass	78	17,2	59,2	1,15	45	28,0	500,00	45	13,5	59,2	1,15	45	27,9	496,00
TCL	Info	12	8,7	39,2	5,20	12	21,3	426,00	12	9,4	15,4	204,00	12	21,0	425,00
ELTCTL	Info	12	25,3	28,9	1,15	78	19,5	441,00	45	31,7	30,0	1,00	78	20,4	439,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Version: 2.7.304.0  
 AEM-Test.com

TestDataPro

Report Printed: 12/8/2021 16:02:20

Figura A7 Certificación punto de red RL15.A17



# RL15.A18

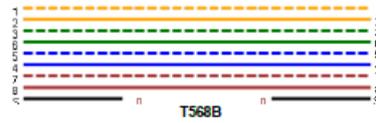


Pass

Test Time : 29/7/2021 9:23:30  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile : Certification  
 Operator : TESIS-LAB15  
 Cable Type / NVP : CAT 6A UTP , 68%  
 Connector : UTP Mod Jack 6A

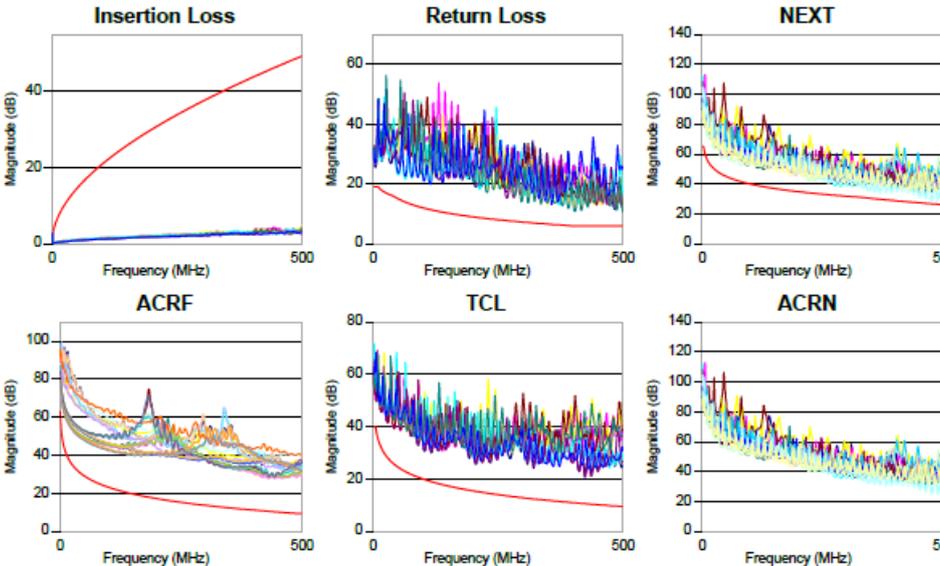
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	8,3	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	44,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	4,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	36	0,728	25,000
Res. Unbal, pair-pair(Ω)	Info	36-45	0,015	0,200
Res. Unbal, wire-wire(Ω)	Info	78	0,054	0,200



## RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	45	5,2	6,0	500,00	45	11,2	500,00	45	4,8	6,0	499,00	45	10,7	500,00
Insertion Loss	Pass	12	2,7	3,0	1,00	45	4,8	500,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	2,4	26,8	473,00	36-45	29,2	473,00	36-45	1,4	26,8	473,00	36-45	28,2	473,00
PSNEXT	Pass	36	4,7	23,9	473,00	36	28,6	473,00	36	3,4	23,9	473,00	45	26,9	497,00
ACRF	Pass	12-45	17,4	10,6	431,00	12-45	28,0	431,00	12-45	17,3	10,6	431,00	12-45	27,9	431,00
PSACRF	Pass	45	16,8	55,6	1,75	45	26,3	500,00	45	14,9	60,3	1,00	45	26,4	500,00
TCL	Info	36	10,2	40,0	4,15	12	21,3	424,00	12	10,2	10,6	423,00	12	20,8	424,00
ELTCTL	Info	45	29,8	27,8	1,30	78	19,4	433,00	45	29,5	28,9	1,15	78	21,2	432,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Figura A8 Certificación punto de red RL15.A18



RL15.A19



Pass

Test Time : 29/7/2021 9:24:18  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile : Certification  
 Operator : TESIS-LAB15  
 Cable Type / NVP : CAT 6A UTP , 68%  
 Connector : UTP Mod Jack 6A

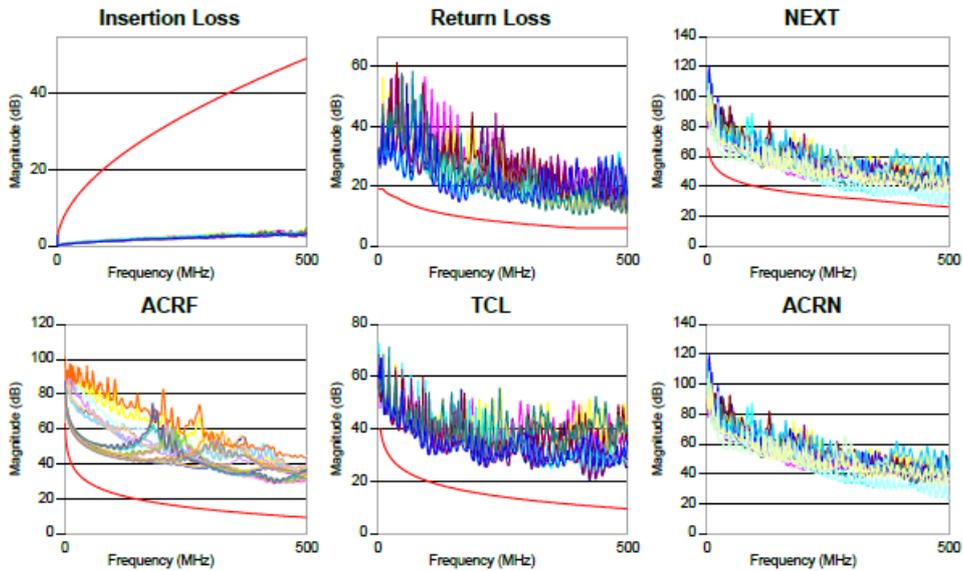
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	8,5	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	46,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	5,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	36	0,799	25,000
Res. Unbal, pair-pair(Ω)	Info	36-78	0,026	0,200
Res. Unbal, wire-wire(Ω)	Info	78	0,056	0,200



RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)		
Return Loss	Pass	45	4,2	6,0	500,00	45	10,2	500,00	45	4,6	6,0	403,00	45	10,5	417,00
Insertion Loss	Pass	12	2,7	3,0	1,00	45	5,1	500,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	1,3	26,8	473,00	36-45	28,1	473,00	36-45	1,6	26,8	473,00	36-45	28,4	473,00
PSNEXT	Pass	45	3,6	23,9	473,00	45	27,5	474,00	45	3,8	23,9	473,00	45	27,7	485,00
ACRF	Pass	36-78	18,4	10,5	433,00	36-78	28,9	433,00	45-12	18,1	51,4	3,85	12-45	28,8	430,00
PSACRF	Pass	45	14,3	60,3	1,00	45	27,2	500,00	45	15,0	60,3	1,00	45	26,6	500,00
TCL	Info	36	8,0	40,0	3,85	12	20,4	424,00	78	10,2	20,0	100,50	12	20,8	435,00
ELTCTL	Info	45	26,3	28,9	1,15	12	18,9	423,00	45	32,4	30,0	1,00	78	20,3	432,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Version: 2.7.304.0  
 AEM-Test.com

TestDataPro

Report Printed: 12/8/2021 16:03:29

Figura A9 Certificación punto de red RL15.A19



RL15.A20

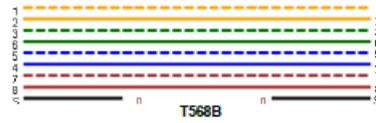


Pass

Test Time : 29/7/2021 9:25:28  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile : Certification  
 Operator : TESIS-LAB15  
 Cable Type / NVP : CAT 6A UTP , 68%  
 Connector : UTP Mod Jack 6A

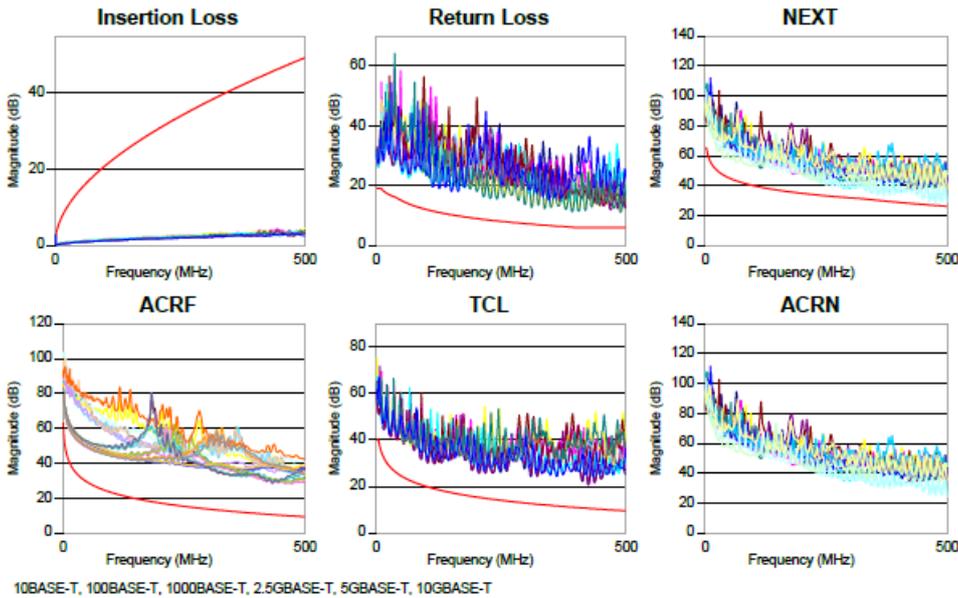
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	8,5	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	45,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	4,0	60,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	36	0,812	25,000
Res. Unbal, pair-pair(Ω)	Info	36-78	0,024	0,200
Res. Unbal, wire-wire(Ω)	Info	78	0,052	0,200



RF Parameters

Parameter	Result	Main				Remote									
		Worst Margin		Worst Value		Worst Margin		Worst Value							
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	45	5,6	6,0	489,00	45	11,5	490,00	45	5,2	6,0	488,00	45	11,1	489,00
Insertion Loss	Pass	12	2,7	3,0	1,00	45	4,6	500,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	2,3	26,7	475,00	36-45	29,0	475,00	36-45	1,5	26,7	474,00	36-45	28,2	474,00
PSNEXT	Pass	36	4,6	24,1	462,00	36	28,4	474,00	36	4,0	23,8	474,00	36	27,8	475,00
ACRF	Pass	36-78	18,4	10,5	433,00	12-45	28,5	460,00	78-36	18,1	10,5	433,00	12-45	28,5	460,00
PSACRF	Pass	45	17,1	56,3	1,80	45	27,2	473,00	45	17,1	56,3	1,80	45	27,3	481,00
TCL	Info	12	10,5	19,9	102,00	12	20,9	424,00	12	10,2	10,6	424,00	12	20,8	424,00
ELTCTL	Info	12	28,1	28,9	1,15	78	19,6	435,00	45	30,2	30,0	1,00	12	21,1	424,00



Version: 2.7.304.0  
 AEM-Test.com

TestDataPro

Report Printed: 12/8/2021 16:04:15

Figura A10 Certificación punto de red RL15.A20



RL15.A21

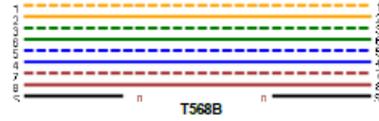


Pass

Test Time : 29/7/2021 9:26:21  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile : Certification  
 Operator : TESIS-LAB15  
 Cable Type / NVP : CAT 6A UTP , 68%  
 Connector : UTP Mod Jack 6A

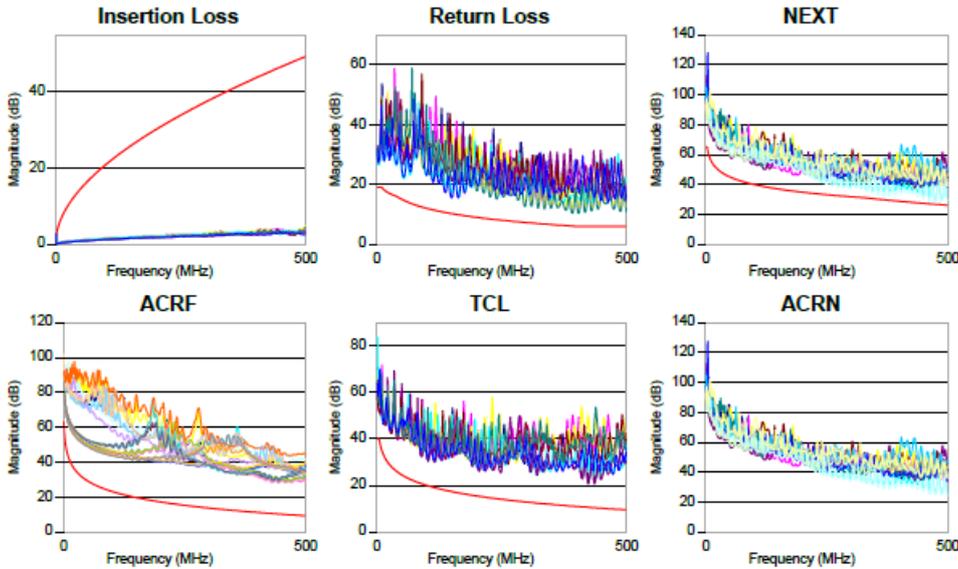
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	7,9	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	43,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	5,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	36	0,854	25,000
Res. Unbal, pair-pair(Ω)	Info	36-78	0,025	0,200
Res. Unbal, wire-wire(Ω)	Info	78	0,048	0,200



RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)		
Return Loss	Pass	45	4,9	6,0	500,00	45	10,9	500,00	45	4,4	6,1	390,00	45	10,3	403,00
Insertion Loss	Pass	12	2,7	3,0	1,00	45	4,9	500,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	2,3	26,8	473,00	36-45	29,1	473,00	36-45	1,1	26,8	473,00	36-45	27,9	473,00
PSNEXT	Pass	36	5,0	23,9	473,00	36	28,8	474,00	36	3,6	23,9	473,00	36	27,5	474,00
ACRF	Pass	12-45	18,4	10,6	431,00	12-45	28,8	459,00	12-45	17,7	10,6	431,00	12-45	28,1	444,00
PSACRF	Pass	45	17,8	49,4	3,55	45	27,2	500,00	45	16,2	60,3	1,00	45	28,9	500,00
TCL	Info	12	10,6	19,8	102,50	12	21,8	423,00	12	10,3	10,6	422,00	12	20,8	423,00
ELTCTL	Info	78	31,5	28,9	1,15	78	20,2	441,00	45	33,3	30,0	1,00	78	22,7	432,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Version: 2.7.304.0  
 AEM-Test.com

TestDataPro

Report Printed: 12/8/2021 16:04:49

Figura A11 Certificación punto de red RL15.A21



RL15.A22

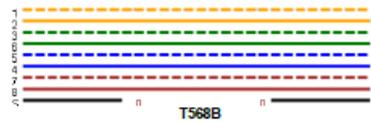


Pass

Test Time : 29/7/2021 9:27:09  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile :  
 Operator : Certification  
 Cable Type / NVP : TESIS-LAB15  
 Connector : CAT 6A UTP , 68%  
 : UTP Mod Jack 6A

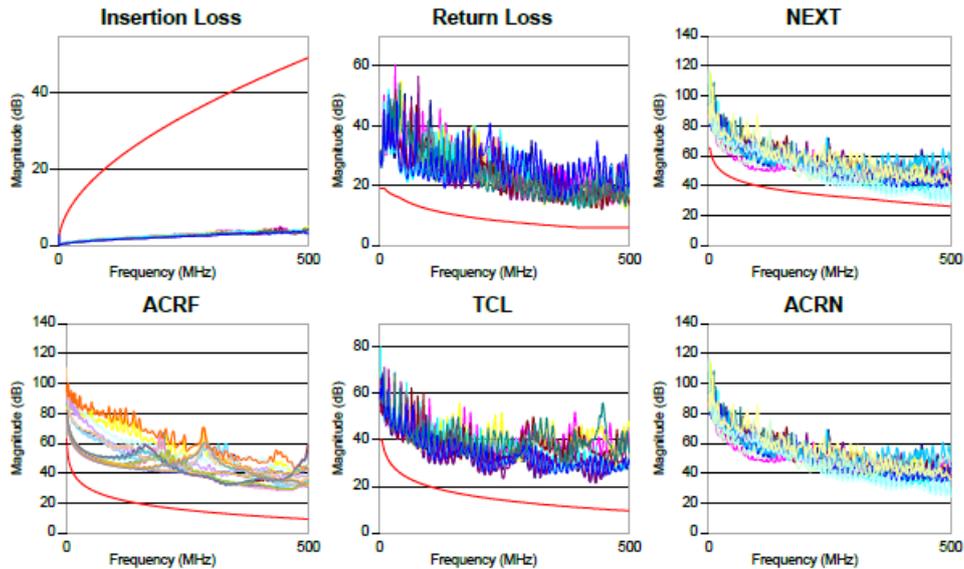
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	78	9,9	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	63,0	655,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	5,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	36	1,072	25,000
Res. Unbal. pair-pair(Ω)	Info	36-78	0,031	0,200
Res. Unbal. wire-wire(Ω)	Info	78	0,047	0,200



RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	45	6,4	6,0	491,00	45	12,4	491,00	36	6,0	6,0	444,00	36	12,0	444,00
Insertion Loss	Pass	12	2,6	3,0	1,75	45	5,0	500,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	2,8	26,6	478,00	36-45	29,4	478,00	36-45	1,8	26,6	478,00	36-45	28,4	478,00
PSNEXT	Pass	36	5,4	23,7	478,00	36	28,9	490,00	45	4,3	24,0	468,00	45	28,1	478,00
ACRF	Pass	12-45	17,7	50,7	4,30	12-45	28,7	435,00	12-45	17,8	44,5	8,65	12-45	28,8	468,00
PSACRF	Pass	45	17,8	51,8	2,65	12	27,3	468,00	45	16,7	60,3	1,00	45	27,5	468,00
TCL	Info	12	9,8	15,2	210,00	12	21,8	431,00	12	9,4	14,1	247,00	12	21,4	432,00
ELTCTL	Info	78	26,9	28,9	1,15	78	20,8	352,00	45	30,1	27,8	1,30	12	20,6	433,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Version: 2.7.304.0  
 AEM-Test.com

TestDataPro

Report Printed: 12/8/2021 16:05:34

Figura A12 Certificación punto de red RL15.A22



## RL15.A23

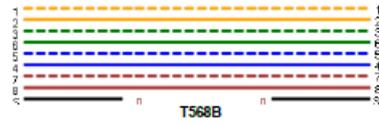


Pass

Test Time : 29/7/2021 9:27:57  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile : Certification  
 Operator : TESIS-LAB15  
 Cable Type / NVP : CAT 6A UTP , 68%  
 Connector : UTP Mod Jack 6A

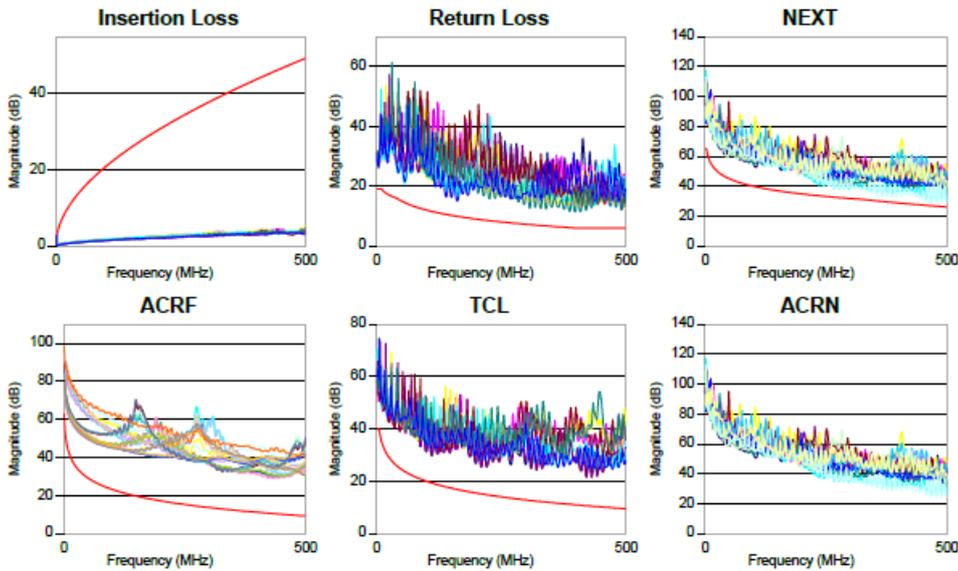
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	9,5	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	53,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	7,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	36	1,074	25,000
Res. Unbal, pair-pair(Ω)	Info	36-78	0,025	0,200
Res. Unbal, wire-wire(Ω)	Info	78	0,048	0,200



### RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	45	6,5	6,0	500,00	45	12,5	500,00	45	5,5	6,0	397,00	45	11,5	397,00
Insertion Loss	Pass	12	2,6	3,0	1,80	45	5,2	500,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	2,7	26,9	467,00	36-45	29,8	467,00	36-45	1,9	26,9	467,00	36-45	28,8	467,00
PSNEXT	Pass	45	5,4	24,0	467,00	45	28,4	477,00	36	4,4	24,0	467,00	36	28,4	488,00
ACRF	Pass	12-45	18,5	46,2	7,15	12-45	29,5	434,00	12-45	18,2	49,2	5,05	12-45	29,1	432,00
PSACRF	Pass	45	18,1	60,3	1,00	12	27,2	455,00	45	17,0	57,0	1,45	45	27,7	443,00
TCL	Info	12	10,4	19,3	110,50	12	22,3	420,00	12	10,2	15,2	209,50	12	21,5	420,00
ELTCTL	Info	12	26,9	28,9	1,15	78	19,8	351,00	45	26,9	27,8	1,30	12	20,8	430,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Version: 2.7.304.0  
 AEM-Test.com

TestDataPro

Report Printed: 12/8/2021 16:06:04

Figura A13 Certificación punto de red RL15.A23



## RL15.A24

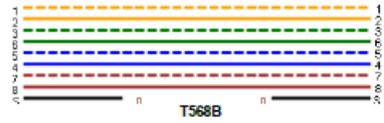


Pass

Test Time : 29/7/2021 9:28:58  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile :  
 Operator : Certification  
 Cable Type / NVP : TESIS-LAB15  
 Connector : CAT 6A UTP , 68%  
 UTP Mod Jack 6A

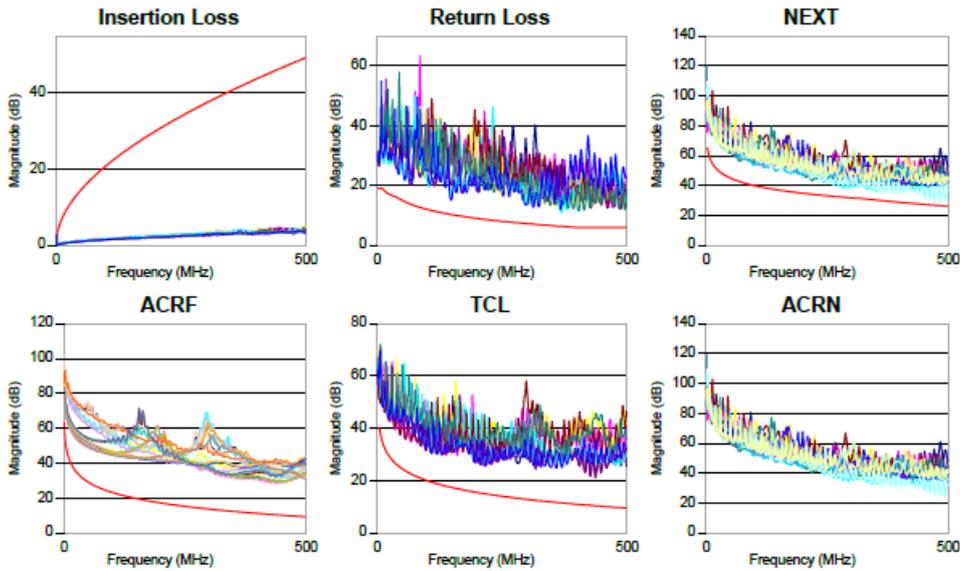
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	9,7	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	45	52,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	45	5,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	36	1,127	25,000
Res. Unbal, pair-pair(Ω)	Info	36-78	0,030	0,200
Res. Unbal, wire-wire(Ω)	Info	78	0,051	0,200



### RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	78	4,7	6,4	367,00	78	11,0	368,00	78	5,6	6,4	366,00	45	11,5	403,00
Insertion Loss	Pass	12	2,6	3,0	1,60	45	5,0	496,00		-	-	-		-	-
NEXT	Pass	36-45	2,6	26,8	472,00	36-45	29,4	472,00	36-45	1,8	26,8	471,00	36-45	26,6	471,00
PSNEXT	Pass	45	5,4	23,9	472,00	36	29,2	483,00	45	4,3	23,9	472,00	45	28,1	471,00
ACRF	Pass	12-45	18,3	10,6	428,00	12-45	28,7	438,00	12-45	17,4	51,3	4,00	12-45	28,4	438,00
PSACRF	Pass	45	16,6	60,3	1,00	12	27,3	460,00	45	16,9	57,0	1,45	45	27,6	438,00
TCL	Info	12	10,9	15,3	207,00	12	22,2	427,00	78	10,6	15,0	214,00	12	21,0	436,00
ELTCTL	Info	78	28,1	26,9	1,15	12	19,7	427,00	78	30,4	28,9	1,15	12	21,4	426,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Figura A24 Certificación punto de red RL15.A24



# RL15.B01

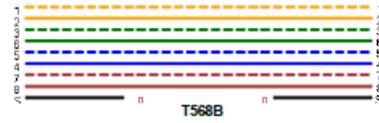


Pass

Test Time : 29/7/2021 9:32:56  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile : Certification  
 Operator : TESIS-LAB15  
 Cable Type / NVP : CAT 6A UTP , 68%  
 Connector : UTP Mod Jack 6A

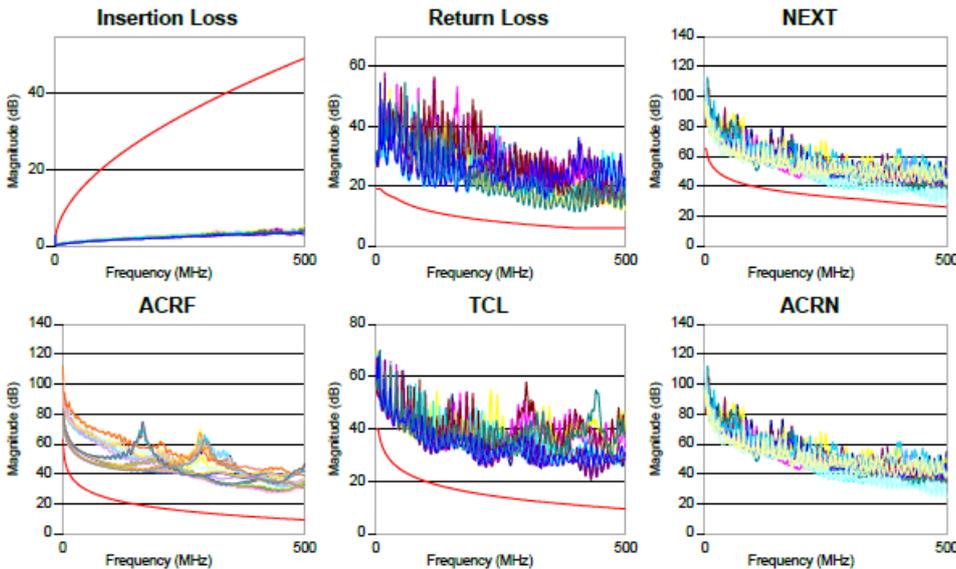
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	9,3	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	50,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	5,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	36	1,039	25,000
Res. Unbal. pair-pair(Ω)	Info	36-45	0,012	0,200
Res. Unbal. wire-wire(Ω)	Info	78	0,055	0,200



## RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	45	5,9	6,0	500,00	45	11,9	500,00	45	5,6	6,7	339,00	45	11,4	397,00
Insertion Loss	Pass	12	2,6	3,0	1,60	45	5,3	500,00	-	-	-	-	-	-	-
NEXT	Pass	36-45	2,8	26,7	477,00	36-45	29,5	477,00	36-45	1,7	26,7	477,00	36-45	28,4	477,00
PSNEXT	Pass	45	5,2	23,8	477,00	45	29,0	477,00	36	4,3	23,8	477,00	36	28,1	478,00
ACRF	Pass	12-45	17,5	46,2	7,15	45-12	28,5	444,00	12-45	17,0	46,8	4,75	12-45	27,7	431,00
PSACRF	Pass	45	15,1	57,0	1,45	12	26,5	444,00	45	16,3	57,0	1,45	45	26,6	444,00
TCL	Info	12	10,7	14,9	220,00	12	21,7	431,00	12	10,1	10,5	430,00	12	20,8	430,00
ELTCTL	Info	45	31,7	14,5	5,95	78	20,8	351,00	45	31,2	12,9	7,15	12	20,8	430,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Version: 2.7.304.0  
 AEM-Test.com

TestDataPro

Report Printed: 12/8/2021 16:07:25

Figura A15 Certificación punto de red RL15.B01



ENLACE.LAB15

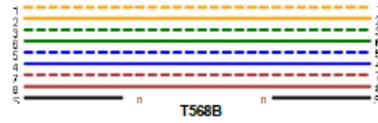


Pass

Test Time : 29/7/2021 10:11:28  
 Project : LABORATORIO-15  
 Profile : Certification  
 Operator : TESIS-LAB15  
 Cable Type / NVP : CAT 6A UTP , 68%  
 Connector : UTP Mod Jack 6A

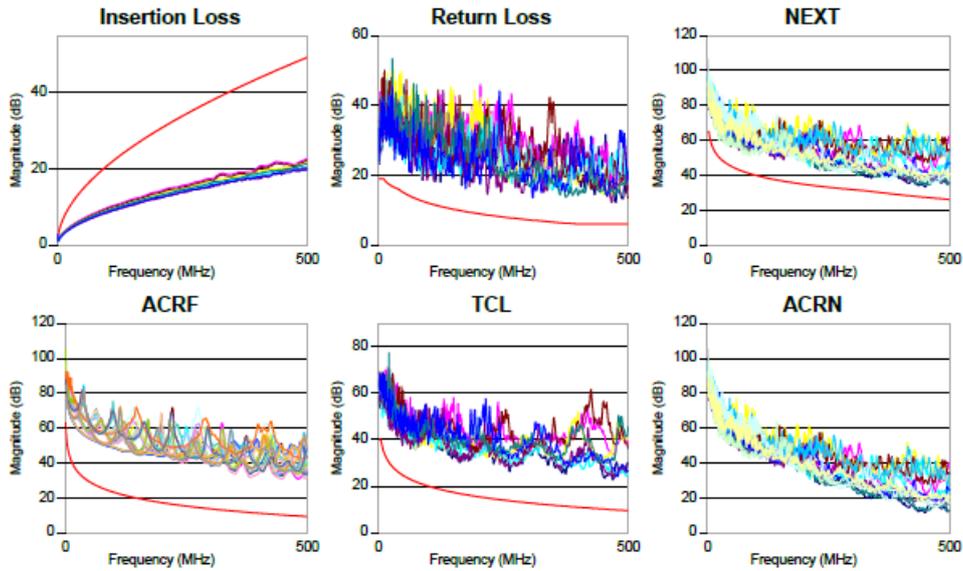
Limit : TIA - Cat 6A Channel  
 Model : TestPro CV100  
 Serial Number : (Main: 5200-1099, Remote: 4200-0054)  
 Device Software : 2.7.R11  
 Calibration Date : martes, 14 de enero de 2020  
 Main Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL  
 Remote Adapter : PROBE CAT 6A CHANNEL

Parameter	Result	Pair	Value	Limit
Length(m)	Pass	12	52,3	100,0
Prop Delay(ns)	Pass	36	280,0	555,0
Delay Skew(ns)	Pass	36	24,0	50,0
Loop Resistance(Ω)	Pass	45	7,658	25,000
Res. Unbal. pair-pair(Ω)	Info	12-45	0,123	0,520
Res. Unbal. wire-wire(Ω)	Info	78	0,041	0,223



RF Parameters

Parameter	Result	Main						Remote							
		Worst Margin			Worst Value			Worst Margin			Worst Value				
		Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)	Pair	Margin (dB)	Limit (dB)	Freq (MHz)	Pair	Value (dB)	Freq (MHz)
Return Loss	Pass	12	6,0	12,6	88,00	12	12,2	475,00	12	6,0	8,6	217,50	12	12,2	466,00
Insertion Loss	Pass	36	1,5	3,0	1,90	36	22,8	500,00		-	-	-		-	-
NEXT	Pass	12-36	6,0	27,4	449,00	12-36	33,4	449,00	12-36	7,1	27,9	429,00	12-36	35,0	429,00
PSNEXT	Pass	36	7,8	24,5	449,00	36	32,2	450,00	36	7,2	24,2	459,00	36	31,4	459,00
ACRF	Pass	12-45	21,3	9,6	481,00	12-45	30,9	481,00	12-45	20,2	11,6	381,00	12-45	30,8	448,00
PSACRF	Pass	45	20,4	55,6	1,75	45	30,6	481,00	45	21,0	59,2	1,15	45	29,4	448,00
TCL	Info	78	12,3	37,0	7,45	12	22,8	468,00	12	12,6	24,9	47,25	12	23,8	472,00
ELTCTL	Info	78	29,7	28,9	1,15	78	19,4	443,00	12	31,4	18,1	3,85	78	19,0	483,00



10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T, 2.5GBASE-T, 5GBASE-T, 10GBASE-T

Version: 2.7.304.0  
 AEM-Test.com

TestDataPro

Report Printed: 12/8/2021 16:08:11

Figura A16 Certificación Enlace de backbone

**ANEXO 2: *DATASHEET* DE LOS ELEMENTOS  
DEL SCE**

# Category 6A UTP Copper Cable



## specifications

Category 6A cable shall be constructed of 23 AWG copper conductors, twisted in pairs and separated by an integrated pair separator.



## technical information

<b>Electrical performance:</b>	Certified component and channel performance in a 4-connector configuration up to 100 meters and meets/exceeds the requirements of ISO 11801 Class E <sub>A</sub> and ANSI/TIA-568-C.2 Category 6A standards for swept frequencies up to 500 MHz
<b>Conductors/insulators:</b>	23 AWG solid bare copper wire covered by HDPE and Foam PE insulation
<b>Flame rating:</b>	FEP plenum (CMP): NFPA 262 PE riser (CMR): UL 1666 HDPE (LSZH): IEC 60332-1 PVC (CM): IEC 60332-1 and UL 1685
<b>PoE compliance:</b>	Meets IEEE 802.3af, IEEE 802.3at and IEEE 802.3bt for PoE applications
<b>Installation tension:</b>	110 N (25 lbf) maximum
<b>Temperature rating:</b>	-20°C to 75°C (-4°F to 167°F)
<b>Cable jacket:</b>	FEP plenum (CMP): flame retardant PVC PE riser (CMR): flame retardant PVC HDPE (LSZH): low smoke flame retardant PVC PVC (CM): PVC
<b>Cable diameter:</b>	CMP, LSZH, CM: 8.3mm (0.325 in.) CMR: 8.6mm (0.340 in.)
<b>Cable weight:</b>	20.4 kg/305m (45 lbs./1000 ft.)
<b>Packaging:</b>	23.4 kg/305m (52 lbs./1000 ft.) on a reel Packaged tested to ISTA Procedure 1A

## key features and benefits

<b>Extended temperature range</b>	Allows operation in a 75°C ambient environment providing error free performance in high-density
<b>Innovative pair divider</b>	Separates pairs for exceptional cable performance and also improves alien crosstalk by creating spacing between cables when bundled
<b>Descending length cable markings</b>	Easy identification of remaining cable reduces installation time and cable scrap
<b>Bulk packaging</b>	Supplied 305m (1000 ft.) to a reel

## applications

Category 6A UTP Copper Cable is a component of the TX6A™ 10Gig™ UTP Copper Cabling System when installed according to the above length considerations. Interoperable and backwards compatible, this end-to-end system provides design flexibility to protect network investments well into the future.

With certified performance to the ISO 11801 Class E<sub>A</sub> and ANSI/TIA-568-C.2 Category 6A standards. Usage of the TX6A™ 10Gig™ UTP Copper Cabling System includes:

- Ethernet 10GBASE-T
- Virtual business management applications

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

### TX6A™ 10Gig™ UTP Copper Cabling System

<b>Category 6A UTP Copper Cable</b>	
<b>CMP:</b>	PUP6XC04*-UG
<b>CMR:</b>	PUR6XC04*-UG
<b>LSZH:</b>	PUL6XC04*-CEG
<b>CM:</b>	PUC6XC04*-CEG

### TX6A™ 10Gig™ UTP Jack Module

<b>Jack module:</b>	CJ6X88TG**
<b>Shuttered jack module:</b>	CJD6X88TG**

### TX6A™ 10Gig™ UTP Patch Cords

<b>CM (meter lengths):</b>	UTP6A**M
<b>CM (foot lengths):</b>	UTP6A**

### TX6A-SD™ 10Gig™ UTP Patch Cords

<b>CM (foot lengths):</b>	UTP6ASD**BU
<b>CM (meter lengths):</b>	UTP6ASD**MBU
<b>LSZH (meter lengths):</b>	UTP6ASDL**M

### Mini-Com® Angled Modular Patch Panels

<b>24-port, 1 RU:</b>	CPPA24FMWBLY
<b>48-port, 2 RU:</b>	CPPA48FMWBLY
<b>72-port, 2 RU:</b>	CPPLA72WBLY

### Mini-Com® Flat Modular Patch Panels

<b>24-port, 1 RU:</b>	CPP24FMWBLY
<b>48-port, 1 RU:</b>	CPP48HDWBLY
<b>48-port, 2 RU:</b>	CPP48FMWBLY
<b>72-port, 2 RU:</b>	CP72FMWBLY

### Cable Prep Tools

<b>Wire stripping tool:</b>	CWST
<b>Wire stripping tool:</b>	CJAST

\*To designate color, add suffix BU (Blue) or WH (White). For additional cable colors, contact customer service.

\*\*To designate color, add suffix IW (Off White), EI (Electric Ivory), IG (International Gray), WH (White), AW (Arctic White), BL (Black), BL (Blue), RD (Red), YL (Yellow), GR (Green), OR (Orange), or VL (Violet).

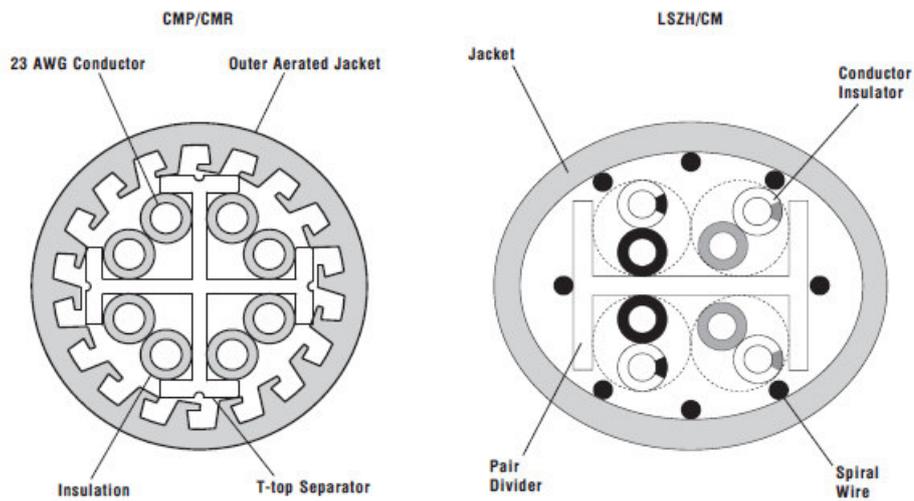
†For lengths 3 to 20 feet (increments of one foot) and 25, 30, 35, 40 feet, change the length designation in the part number to desired length. For standard cable colors other than IG (International Gray) substitute IG suffix with BL (Black), BU (Blue), GR (Green), RD (Red), YL (Yellow), OR (Orange), or VL (Violet) to the end of the part number. For example, the part number for a Blue, 15-foot patch cord is UTP6A15BU.

††For lengths 1 to 10 meters (increments of one meter) and 1.5, 2.5, 15, 20 meters, change the length designation in the part number to desired length. For standard cable colors other than IG (International Gray) substitute IG suffix with BL (Black), BU (Blue), GR (Green), RD (Red), YL (Yellow), OR (Orange), or VL (Violet) to the end of the part number. For example, the part number for a Blue, 15-meter patch cord is UTP6A15MBU.

Figura B1 Datasheet Cable UTP CAT 6A Panduit hoja 1 de 2.

## Category 6A UTP Copper Cable

Mechanical Test	
Ultimate Breaking Strength	>400 N (90 lbf)
Minimum Bend Radius	4 x cable diameter
Electrical Test	
DC Resistance	<9.38 ohm per 100m (328 ft.)
DC Resistance Unbalance	<5%
Mutual Capacitance	<5.6 nF per 100m (328 ft.) at 1 KHz
Capacitance Unbalance	<330 pF per 100m (328 ft.) at 1 kHz
Characteristic Impedance	100 Ohm +/-15% up to 100 MHz
Nominal Velocity of Propagation (NVP)	LSZH/CM: 65% nominal CMR/CMR: 70% nominal



### 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: 44.20.8601.7200

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-aus@panduit.com  
Phone: 61.3.9794.9020

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@panduit.com](mailto:cs@panduit.com)  
or by phone: 800.777.3300

**PANDUIT**<sup>®</sup>

©2016 Panduit Corp.  
ALL RIGHTS RESERVED.  
COSP199-WW-ENG  
7/2016

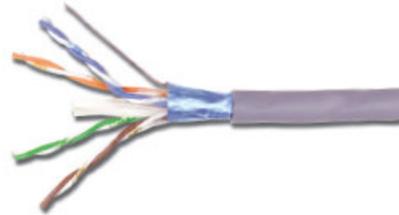
Figura B2 Datasheet Cable UTP CAT 6A Panduit hoja 2 de 2.

## Category 6A F/UTP 4-Pair Cable - International

Siemon's Category 6A F/UTP cable supports channel performance exceeding ANSI/TIA-568.2-D and ISO/IEC 11801 Class E<sub>A</sub> requirements. When combined with our screened Category 6A series connectivity, the result is a channel capable of supporting 10GBASE-T operation over 100-metre, 4-connector topologies. In addition the screened construction ensures virtually zero alien crosstalk. The Category 6A F/UTP cabling system supports emerging and converging IP applications like Voice Over IP (VoIP), IP video and future 10 gigabit applications.



Siemon's **PowerGUARD** technology with a 75°C operating temperature improves heat dissipation for reduced length derating and bundling requirements in remote powering applications, including PoE and power over HDBaseT (PoH).



### CABLE FEATURES

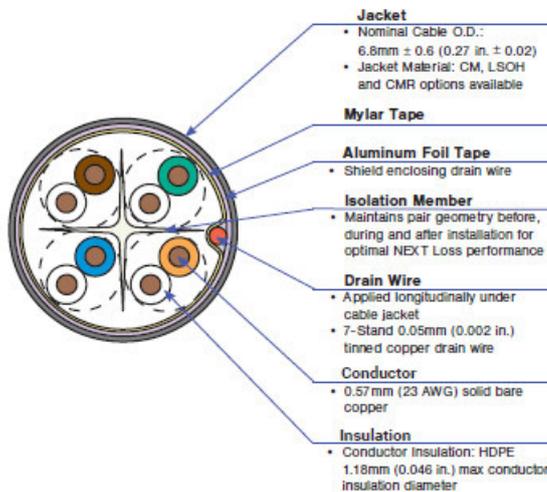
- F/UTP
- Nominal jacket OD: 6.8mm (0.27 in.)
- 23 AWG 0.57mm (0.022 in.) solid (non-tinned) copper
- Central isolation member
- Shield is an aluminum foil tape enclosing a 0.51mm (24AWG) tinned copper drain wire
- 75° C temperature rating

### STANDARDS COMPLIANCE

- ISO/IEC 11801-1 Ed.1.0
- ANSI/TIA 568.2-D
- IEC 61158-5 Ed.2.0 (Category 6A)
- UL CMR and CSA FT4
- UL CM, IEC 60332-1, Class E<sub>ca</sub>
- LSOH: IEC 60332-1, IEC 60332-3-22, IEC 60754, IEC 61034, and EN 60755 Class D<sub>ca</sub>1d1e1

### APPLICATIONS SUPPORT

- 10GBASE-T
- 1000BASE-T
- 100BASE-T
- 10BASE-T
- IEEE 802.3af (Type 1 PoE)
- IEEE 802.3at (Type 2 PoE)
- IEEE 802.3bt (Type 3 PoE)
- IEEE 802.3bt (Type 4 PoE)
- Power over HDBaseT (PoH)

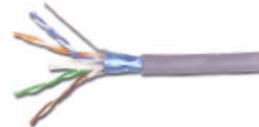
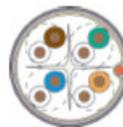


### Ordering Information

9A6(X)4-A5 ----- 305m (1000 ft.) Reel

#### Jacket Material

- M = PVC (CM, IEC 60332-1), Grey Jacket, Class E<sub>ca</sub>
- R = Kevlar (CMR, CSA FT4), Blue Jacket
- L = LSOH (IEC 60332-1, IEC 60332-3-22), Violet Jacket, Class E<sub>ca</sub>, D<sub>ca</sub>



WWW.SIEMON.COM



Figura B3 Datasheet Cable UTP CAT6A Siemon hoja 1 de 2.

## Product Information

### ELECTRICAL SPECIFICATIONS

DC Resistance	<8.5Ω/100m
DC Resistance Unbalance	±4% @ 20°C
Mutual Capacitance	5.6 nF/100m
Capacitance Unbalance	<160 pF/100m
MWP	67%
TCL	30-10 log(f/100) dB
Delay Skew	±45ns
PoE	Suitable for PoE Type 1,2,3,4 and PoE

### PHYSICAL PROPERTIES

	LSOH	CM/CMR
Pulling Tension (max)	110N (25 lbf)	110N (25 lbf)
Bend Radius (min)	27mm (1.1 in.)	27mm (1.1 in.)
Installation Temperature	0 to 60°C (+32 to 140°F)	0 to 60°C (+32 to 140°F)
Storage Temperature	-20 to 75°C (-4 to 167°F)	-20 to 75°C (-4 to 167°F)
Operating Temperature	-20 to 75°C (-4 to 167°F)	-20 to 75°C (-4 to 167°F)

### TRANSMISSION PERFORMANCE

GUARANTEED WORST CASE
  SIEMON TYPICAL

Frequency (MHz)	Insertion Loss (dB/100)		NEXT (dB)		PS NEXT (dB)		ACR (dB)		PSACR (dB)		ACR-F (dB)		PS ACR-F (dB)		Return Loss (dB)		Propagation Delay (ns)	
1.0*	2.1	1.8	75.3	86.0	73.3	82.3	73.2	84.2	71.2	80.5	73.3	91.0	71.3	85.0	20.0	33.0	570	570
4.0	3.8	3.4	66.3	77.0	64.3	73.3	62.5	73.6	60.5	69.9	61.3	79.0	59.3	73.0	23.0	35.5	545	545
10.0	5.9	5.4	60.3	71.0	58.3	67.3	54.4	65.6	52.4	61.9	53.3	71.0	51.3	65.0	25.0	38.0	543	543
16.0	7.5	6.9	57.2	68.0	55.2	64.2	49.8	61.1	47.8	57.3	49.2	67.0	47.2	61.0	25.0	35.2	542	542
20.0	8.4	7.7	55.8	67.0	53.8	62.8	47.4	59.3	45.4	55.1	47.3	65.0	45.3	59.0	25.0	35.0	540	540.4
31.25	10.5	9.9	52.9	64.0	50.9	59.9	42.4	54.1	40.4	50.0	43.4	61.0	41.4	55.0	23.6	33.1	539	538.6
62.5	15.0	14.3	48.4	59.0	46.4	55.4	33.4	44.7	31.4	41.1	37.4	55.0	35.4	49.0	21.5	32.2	538	537.6
100.0	19.1	18.1	45.3	56.0	43.3	52.0	26.2	37.9	24.2	33.9	33.3	51.0	31.3	45.0	20.1	31.6	537	536.5
200.0	27.6	27.3	40.8	52.0	38.8	47.8	13.2	24.7	11.2	20.5	27.3	45.0	25.3	39.0	18.0	29.8	536	536.3
250.0	31.1	31.1	39.3	50.0	37.3	46.0	8.3	18.9	6.3	14.9	25.3	43.0	23.3	37.0	17.3	28.7	536	536.1
300.0	34.3	35.0	38.1	49.0	36.1	45.0	3.9	14.0	-1.9	10.0	23.8	38.0	21.8	35.0	17.3	28.0	536	535.8
400.0	40.1	40.0	36.3	47.0	34.3	43.0	-3.8	7.0	-5.8	3.0	21.3	36.0	19.3	33.0	17.3	27.1	536	535.6
500.0	45.3	42.0	34.8	47.0	32.8	42.0	-10.4	5.0	-12.4	0.0	19.3	34.0	17.3	32.0	17.3	26.0	536	510
550.0*	-	43.0	-	46.0	-	42.0	-	3.0	-	-1.0	-	33.0	-	31.0	-	26.0	536	-
625.0*	-	44.9	-	46.0	-	41.0	-	1.1	-	-3.9	-	33.0	-	29.0	-	25.0	535	-
750.0*	-	49.0	-	45.0	-	41.0	-	-4.0	-	-8.0	-	32.0	-	27.0	-	25.0	535	-

Values for frequencies above industry requirements are for information only.

All performance based on 100 meters (328 ft.).

Because we continuously improve our products, Siemon reserves the right to change specifications and availability without prior notice.

**North America** P: (1) 860 945 4200   
 **Asia Pacific** P: (61) 2 8977 7500   
 **Latin America** P: (571) 657 1950/51/52   
 **Europe** P: (44) 0 1932 57 1771   
 **China** P: (86) 215385 0303   
 **India Middle East** P: (971) 4 36897 43  
**Siemon Interconnect Solutions**  
 P: (1) 860 945 4213  
[www.siemon.com/SIS](http://www.siemon.com/SIS)

WWW.SIEMON.COM

SS\_Copper\_Category6A/UTPR/Cable\_International\_Rev1 01/21



Figura B4 Datasheet Cable UTP CAT6A Siemon hoja 2 de 2.

# Mini-Com® TX6A™ 10Gig UTP Jack Modules with MaTriX Technology

## specifications

Category 6A/Class E<sub>A</sub>, 8-position, UTP jack module shall terminate 4-pair, 22 – 26 AWG, 100 ohm unshielded twisted pair cable and shall not require use of a punchdown tool. The termination cap shall be color-coded blue to designate Category 6A performance and shall include a universal label coded for T568A and T568B wiring schemes. The Mini-Com® TX6A™ 10Gig UTP Jack Module must be installed as part of the TX6A™ 10Gig UTP Copper Cabling System to achieve IEEE 10GBASE-T certified performance.



## technical information

<b>Category 6A/Class E<sub>A</sub> channel and component performance:</b>	Certified channel performance in a 4-connector configuration up to 100 meters and exceeds the requirements of ANSI/TIA-568.2-D Category 6A and ISO 11801 Class E <sub>A</sub> standards swept up to 650 MHz for supporting 10GBASE-T transmission over twisted-pair cabling systems as part of the Panduit® TX6A™ 10Gig UTP Copper Cabling System Exceeds component requirements of ANSI/TIA-568.2-D Category 6A and ISO 11801 Class E <sub>A</sub> standards for supporting 10GBASE-T transmission over twisted-pair cabling systems
<b>FCC and ANSI compliance:</b>	Meets ANSI/TIA-1096-A contacts plated with 50 microinches of gold for superior performance
<b>IEC compliance:</b>	Meets IEC 60603-7 and IEC 60512-99-001
<b>RoHS compliance:</b>	Compliant
<b>PoE &amp; PoH compliance:</b>	Rated for 2500 cycles with IEEE 802.3af / 802.3at and 802.3bt type 3 and type 4. Supports Power over HDBaseT up to 100 watts.
<b>UL rated:</b>	UL 1863 (Use as communications circuit accessory) UL 2043 (Suitable for use in air-handling spaces)
<b>Operating Temperature:</b>	-10°C to 65°C (14°F to 149°F)
<b>Conductor termination range:</b>	Wire cap compatible with 22 – 26 AWG solid or stranded cable with conductor insulation diameters of 0.060 in. max and overall cable O.D. 0.200 in. to 0.330 in.

## key features and benefits

<b>Interoperable</b>	Compatible with components of the TX6A™ and TX6A-SD™ 10Gig UTP Copper Cabling System with MaTriX Technology (100 and 70 meter solutions) for increased design flexibility
<b>Alien crosstalk suppression</b>	Innovative MaTriX split foil technology provides superior alien crosstalk performance enabling high density applications (48-ports, 1 RU)
<b>100% performance tested</b>	Confidence that each jack module will deliver the critical electrical performance requirements
<b>Individually serialized</b>	Marked with quality control number for future traceability
<b>Shuttered version available</b>	Integrated spring shuttered door keeps out dust and debris of unmated RJ45 jack modules automatically
<b>Angle termination version available</b>	Side opening allows cable to be terminated to the right or left side of the jack module; ideal for installations that have minimal depth to not violate cable bend radius
<b>Termination tools (optional)</b>	EGJT-1 termination tool ensures conductors are fully terminated by utilizing a smooth forward motion without impact on critical internal components for maximum reliability; TGJT termination tool ideal for high volume installations
<b>Block out device (optional)</b>	Provides a simple and secure method to control access to data ports while not in use

## applications

Mini-Com® TX6A™ 10Gig UTP Jack Modules are a component of the TX6A™ 10Gig UTP Copper Cabling System with MaTriX Technology. This end-to-end system provides a cost effective medium for ensuring that network bandwidth needs are easily met today and in the future. The Panduit solution helps ensure organizations efficiently and reliably meet their data transmission needs. With certified performance to the ISO 11801 Class E<sub>A</sub>, IEEE 802.3an-2006 and ANSI/TIA-568.2-D Category 6A standards, this system will support high bandwidth applications like 10GBASE-T and HDBaseT and is ideal for running next generation Power over Ethernet (PoE++)

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

# PANDUIT®

SPECIFICATION SHEET

### TX6A™ 10Gig UTP Copper Cabling System with MaTriX Technology

### Mini-Com® TX6A™ 10Gig UTP Jack Modules with Split Foil MaTriX Technology

<b>Jack module:</b>	CJ6X88TG <sup>†</sup>
<b>Shuttered jack module:</b>	CJH6X88TG <sup>†</sup>
<b>Up/Down 45° angle jack module:</b>	CJUD6X88TG <sup>†</sup>
<b>Left/Right 45° angle jack module:</b>	CJLR6X88TG <sup>†</sup>

### Tools and Accessories

<b>Jack module termination tool:</b>	TGJT or EGJT-1
<b>Wire stripping tool:</b>	CWST
<b>Wire stripping tool:</b>	CJAST
<b>Clear dust cap:</b>	MDC-C
<b>Blockout device:</b>	PSL-DCJB- <sup>***</sup>
<b>Phone icons:</b>	CiPIW-C+
<b>Data icons:</b>	CiDIW-C <sup>†</sup>

<sup>†</sup>To designate color, add suffix IW (Off White), EI (Electric Ivory), IG (International Gray), AW (Arctic White), BL (Black), BU (Blue), RD (Red), YL (Yellow), GR (Green), OR (Orange), BR (Brown), GD (Gold), LB (Light Blue), PK (Pink) or VL (Violet).

<sup>\*\*</sup>To designate color other than Red, add suffix Black (BL), Blue (BU), Yellow (YL), Green (GR), Orange (OR), Off White (IW), or International Gray (IG) at the end of the part number. 100/package.

<sup>†</sup>To designate color other than IW (Off White), replace IW with EI (Electric Ivory), IG (International Gray), BL (Black), BU (Blue), RD (Red), YL (Yellow), GR (Green), OR (Orange), or VL (Violet) in the part number. 100/package.

Contact customer service for bulk packaged and/or keyed jack modules.

Figura B5 Datasheet Jack categoría 6A Panduit hoja 1 de 2

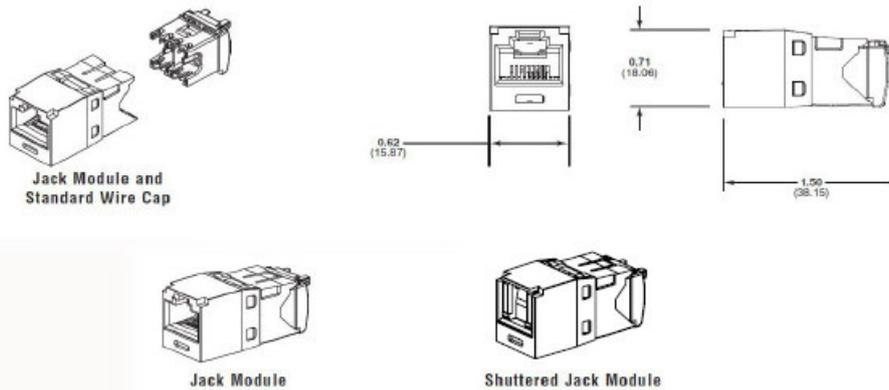
## Mini-Com® TX6A™ 10Gig UTP Jack Modules with MaTriX Technology

### test results

Mechanical Test	Test Method	Measurement	Typical Test Results
Normal Force	—	Load (grams)	> 100
Vibration	IEC 512-6d	Circuit Resistance (mOhms)	< 40
Shock	IEC 512-6c	Contact Disturbance (microsecond)	< 5
Durability	IEC 512-6a	Circuit Resistance (mOhms)	< 20
Mating/Un-mating	IEC 512-6b	Mating Force (N)	< 20
		Un-mating Force (N)	< 20
Termination Cycles	IEC 352	Number of Cycles	> 20
Mating Cycles	IEC 60603-7	Number of Plug Insertions	> 2500

Electrical Test	Test Method	Measurement	Typical Test Results
Low Level Circuit Resistance	IEC 512-2a	Resistance (mOhms)	< 20
Dielectric Withstand Voltage	IEC 512-4a	1000 V, 1 minute	Passed
Insulation Resistance	IEC 512-3a	Resistance (MOhms)	> 500

Environmental Test	Test Method	Measurement	Typical Test Results
Temperature Life	IEC 512-9b	Circuit Resistance (mOhms)	< 40
Humidity	IEC 512-11c	Circuit Resistance (mOhms)	< 40
Thermal Shock	IEC 512-11d	Circuit Resistance (mOhms)	< 40
Climatic Sequence	IEC 512-11a	Circuit Resistance (mOhms)	< 40
Flowing Mixed Gas Corrosion	IEC 512-11g	Circuit Resistance (mOhms)	< 40



Dimensions are in inches (Dimensions in parenthesis are metric)

#### 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: 44.20.8601.7200

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: 52.33.2777.6000

PANDUIT AUSTRALIA PTY. LTD.  
Victoria, Australia  
cs-asa@panduit.com  
Phone: 61.3.9794.9020

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@panduit.com](mailto:cs@panduit.com)  
or by phone: 800.777.3300

**PANDUIT**®

©2019 Panduit Corp.  
ALL RIGHTS RESERVED.  
COSP231-WW-ENG  
Replaces WW-COSP196  
4/2019

Figura B6 Datasheet Jack categoría 6A Panduit hoja 2 de 2

## Mini-Com® Stainless Steel Faceplates

### specifications

Stainless steel faceplates with labels shall be available in 2, 4, and 6-port single gang and various double gang configurations. Each faceplate shall accept copper, fiber, and AV modules that snap in and out without the use of tools. Faceplates shall have flush profile, and optional built in label pocket for easy identification. Stainless steel material shall be attached to a high impact ABS backing to provide a durable faceplate with brushed stainless steel finish.



### technical information

<b>Material:</b>	304 grade stainless steel with satin finish is mounted on ABS backing and is suitable for hospital and laboratory environments; easy to clean
<b>Mounting options:</b>	Screw holes spaced for single and double gang openings; compatible with Panduit wall board adapters
<b>Packaging:</b>	Supplied with two or four 1" long, #6-32 slotted head screws; faceplates packaged one per bag, ten per box; labeled faceplates include label kit

### key features and benefits

<b>Durable</b>	Impact resistant material supports installations in high traffic
<b>Modular</b>	Accepts all Mini-Com® Modules which snap in and out for easy moves, adds, and changes
<b>Various port densities</b>	Provides design flexibility
<b>Flush mounting</b>	Provides superior aesthetics
<b>Label version available</b>	Can be clearly identified with optional labels for port identification
<b>Sloped recessed</b>	Allows proper bend radius

### applications

Mini-Com® Stainless Steel Faceplates are ideal for use in hospitals, laboratories, schools, and office environments. The faceplates are compatible with most standard single and double gang electrical boxes, wall board adapters, and raceway mounting brackets. These durable stainless steel faceplates are available with or without labels. Printable labels are available for compliance to the ANSI/TIA-606B labeling standard.

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

## PANDUIT® SPECIFICATION SHEET

### Single Gang Sloped Recessed Faceplates with Labels

<b>2-port:</b>	CFPSL2S
<b>4-port:</b>	CFPSL4S

### Single Gang Faceplates with Labels\*

<b>2-port:</b>	CFPL2SY
<b>4-port:</b>	CFPL4SY
<b>6-port:</b>	CFPL6SY

### Label Options for Single Gang Faceplates

<b>Laser/Ink Jet:</b>	C195X040Y1J
<b>PanTher™ LS8E:</b>	C196X040Y1C

### Double Gang Faceplates with Labels

<b>4-port:</b>	CFPL4S-2GY
<b>6-port:</b>	CFPL6S-2GY
<b>8-port:</b>	CFPL8S-2GY
<b>10-port:</b>	CFPL10S-2GY

### Label Options for Double Gang Faceplates

<b>Laser/Ink Jet:</b>	C288X040Y1J
<b>PanTher™ LS8E:</b>	C288X040Y1C

### Single Gang Faceplates without Labels\*

<b>2-port:</b>	CFP2SY
<b>4-port:</b>	CFP4SY
<b>6-port:</b>	CFP6SY

### Label Options for Single Gang Faceplates

<b>Laser/Ink Jet</b>	
<b>2 or 4-port:</b>	C061X030FJJ
<b>6-port:</b>	C188X030FJJ
<b>PanTher™ LS8E</b>	
<b>2 or 4-port:</b>	C061X030FJC
<b>6-port:</b>	C188X030FJC

### Double Gang Faceplates without Labels

<b>4-port:</b>	CFP4S-2GY
<b>8-port:</b>	CFP8S-2GY
<b>10-port:</b>	CFP10S-2GY

### Label Options for Double Gang Faceplates

<b>Laser/Ink Jet</b>	
<b>4-port:</b>	C061X030FJJ
<b>8-port:</b>	C125X030FJJ
<b>10-port:</b>	C315X030FJJ
<b>PanTher™ LS8E</b>	
<b>4-port:</b>	C061X030FJC
<b>8-port:</b>	C125X030FJC
<b>10-port:</b>	C315X030FJC

### Wall Board Adapters

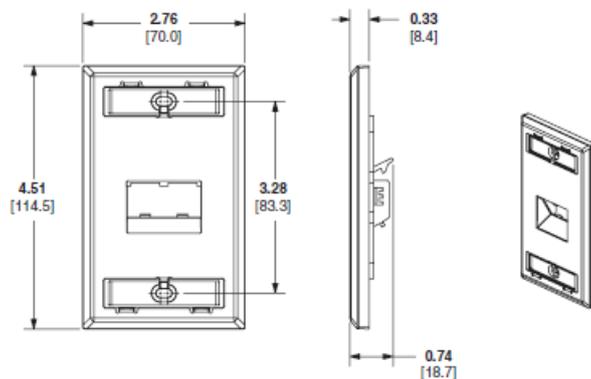
<b>Single gang:</b>	MWBA1
<b>Double gang:</b>	MWBA-2G

\*Four and six-port, single gang faceplates must be installed on a 1.9" wide (or wider) electrical back box.

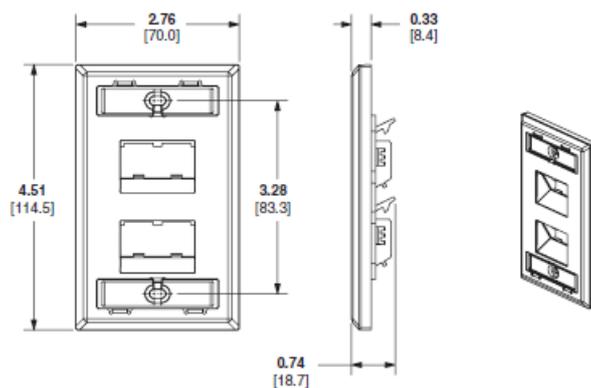
Figura B7 Datasheet face plates Panduit hoja 1 de 2

## Mini-Com® Stainless Steel Faceplates

### 2-port sloped recessed single gang faceplate with label



### 4-port sloped recessed single gang faceplate with label



Dimensions are in inches. [Dimensions in brackets are metric.]

#### WORLDWIDE SUBSIDIARIES AND SALES OFFICES

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

PANDUIT EUROPE LTD.  
London, UK  
cs-emea@panduit.com  
Phone: 44.20.8601.7200

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-aus@panduit.com  
Phone: 61.3.9794.9020

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

**PANDUIT®**

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

Contact Customer Service by email: [cs@panduit.com](mailto:cs@panduit.com)  
or by phone: 800.777.3300

©2014 Panduit Corp.  
ALL RIGHTS RESERVED.  
OTSP45-WW-ENG  
Replaces WW-OTSP16  
9/2014

Figura B8 Datasheet face plates Panduit hoja 2 de 2

# TX6A-28™ Category 6A Performance 28 AWG UTP Patch Cords

**PANDUIT®**  
SPECIFICATION SHEET

## specifications

Category 6A/Class E<sub>A</sub> UTP, small diameter patch cords are constructed of 28 AWG, unshielded, twisted pair, solid copper (dual-rated CM/LSZH) cable with high performance RJ45 modular plugs. Patch cords are offered in multiple lengths and colors for design flexibility.



## technical information

<b>Category 6A/Class E<sub>A</sub> channel and component performance:</b>	Exceeds all ANSI/TIA-568.2-D Category 6A and ISO 11801 Class E <sub>A</sub> electrical performance requirements for frequencies up to 500 MHz. Note: Panduit 28 AWG patch cords have attenuation de-rating value of 1.9. Supports 96 meter channels that include 90 meter permanent links. Supports 93 meter channels with 10 meters of patch cords included in the channel.
<b>Cable diameter:</b>	0.185 in. (4.7mm) nominal
<b>FCC and ANSI compliance:</b>	Meets ANSI/TIA-1096-A (formerly FCC Part 68)
<b>IEC compliance:</b>	Meets IEC 60603-7
<b>PoE compliance:</b>	Supports IEEE 802.3af/802.3at (48 cables in a bundle) and 802.3bt type 3 and type 4 (24 cables in a bundle) PoE applications
<b>Safety compliance:</b>	cULus Listed; UL 1863 and CAN/CSA-C22.2 (UL File E129886)
<b>RoHS compliance:</b>	Compliant
<b>Operating temperature:</b>	14°F to 167°F (-10°C to 75°C)
<b>Storage temperature:</b>	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)
<b>Plug housing:</b>	UL94V-0 rated clear Polycarbonate
<b>Contacts:</b>	Gold plated phosphor bronze; contacts plated with 50 microinches of gold for superior performance
<b>Flammability rating:</b>	CM/LSZH dual-rated

## key features and benefits

<b>Smaller diameter, flexible cable design</b>	Tight bend radius enables improved cable routing and management in high density applications. Smaller cable diameter allows twice the amount of cords to be routed through cable managers and pathways compared to traditional Category 6A patch cords. Reduced cable diameter facilitates improved air flow, cooling, resulting in lower operating costs than traditional Category 6A patch cords
<b>Category 6A component compliance</b>	Now Category 6A component compliant per the new ANSI/TIA-568.2-D standard
<b>100% performance tested for wire map, NEXT and return loss</b>	Confidence that each patch cord delivers critical electrical component level performance Centered de-embedded plug performs in center of ANSI/TIA-568.2-D Category 6A component range, ensuring interoperability and optimum performance
<b>Integral pair manager</b>	Optimizes performance and consistency by reducing untwist at plug
<b>Patented tangle-free latch</b>	Prevents snags and provides easy release, saving time on frequent moves, adds, and changes
<b>Identification label</b>	Provides identification of performance level, length, and quality control number for traceability
<b>Robust construction</b>	Plug contact plated with 50 microinches of gold and rated to 2500 mating cycles
<b>Variety of cable colors and lengths</b>	Meets individual length and color-coding requirements for greater system flexibility
<b>Available plug lock-in devices (optional)</b>	Plug lock-in and latch guard devices to prevent unauthorized or unintended removal of patch cords

## applications

TX6A™ Category 6A Performance 28 AWG Patch

Cords support the following applications:

- 10GBASE-T Ethernet
- Data center I/O Consolidation
- Data center server virtualization
- Backbone aggregation
- Parallel processing and high speed computing

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

### Category 6A 28 AWG Patch Cords

<b>Feet:</b>	UTP28X <sup>^</sup>
<b>Meters:</b>	UTP28X <sup>**M</sup>
<b>6 inch:</b>	UTP28X6IN <sup>^</sup>
<b>8 inch:</b>	UTP28X8IN <sup>^</sup>
<b>0.2m:</b>	UTP28X0.2M <sup>^</sup>

### Bulk Pack Options

<b>25-pack</b>	
<b>Feet:</b>	UTP28SP <sup>^</sup> -Q
<b>Meters:</b>	UTP28SP <sup>M</sup> -Q
<b>48-pack</b>	
<b>6 inch:</b>	UTP28SP6IN <sup>^</sup> -48
<b>8 inch:</b>	UTP28SP8IN <sup>^</sup> -48

\*Feet lengths: 1 – 50 feet (every 1 ft)  
55 – 130 feet (every 5 ft)

\*\*Meter lengths: 0.5 – 10 meters (every 0.5m)  
11 – 20 meters (every 1m)  
25 – 40 meters (every 5m)

<sup>^</sup>For standard cable colors other than Off White, add suffix BL (Black), BU (Blue), RD (Red), YL (Yellow), GR (Green), OR (Orange), GY (Gray), or VL (Violet).

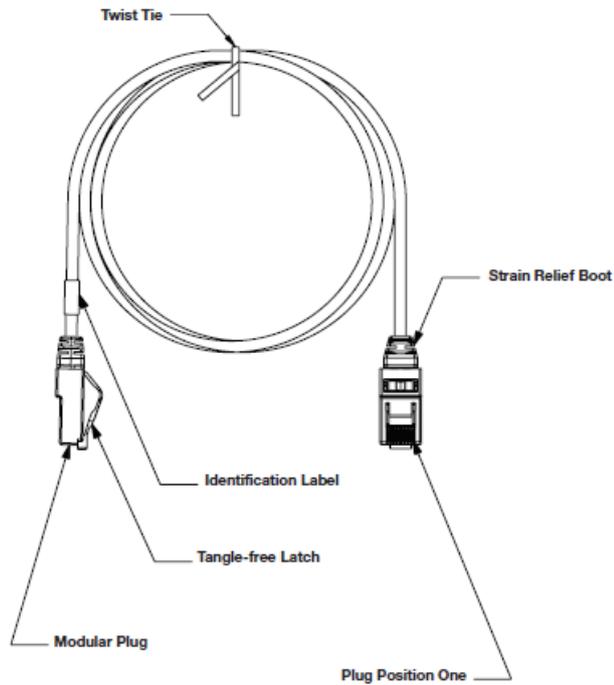
For example, the part number for a blue, 15 foot patch cord is UTP28X15BU. The part number for a 5 meter, blue patch cord is UTP28X5MBU.

<sup>^</sup>Lengths 1m to 15m or 6 inch to 49 feet are guaranteed to meet TIA and ISO component and channel requirements. Lengths greater than 15m or 49 feet are guaranteed to meet ISO component and both TIA and ISO channel requirements.

Figura B9 Datasheet Patch cord 28 AWG CAT 6A Panduit hoja 1 de 2

# TX6A-28™ Category 6A Performance 28 AWG UTP Patch Cords

## Component Drawing of Patch Cord



Plug Position	Cable Wire
1	White/Orange
2	Orange
3	White/Green
4	Blue
5	White/Blue
6	Green
7	White/Brown
8	Brown

### WORLDWIDE SUBSIDIARIES AND SALES OFFICES

PANDUIT US/CANADA  
Phone: 800.777.3300

PANDUIT EUROPE LTD.  
London, UK  
cs-emea@panduit.com  
Phone: 44.20.8601.7200

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-aus@panduit.com  
Phone: 61.3.9794.9020

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

**PANDUIT**®

For more information  
Visit us at [www.panduit.com](http://www.panduit.com)  
Contact Customer Service by email: [cs@panduit.com](mailto:cs@panduit.com)  
or by phone: 800.777.3300

©2018 Panduit Corp.  
ALL RIGHTS RESERVED.  
COSP973--WW-ENG  
12/2018

Figura B10 Datasheet Patch cord 28 AWG CAT 6A Panduit hoja 2 de 2

**ANEXO 3: ACTA DE ENTREGA Y RECEPCIÓN  
DE LOS *PATCH CORD* CAT 6A PANDUIT**

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

ACTA ENTREGA – RECEPCIÓN

En Quito a los 30 días del mes de julio de 2021, se hace entrega de los patch cord de los equipos de trabajo pertenecientes al laboratorio 15 de la ESFOT los cuales se detallan a continuación:

- 1 17 Cables UTP cat 6A 28 AWG marca Panduit de 1.5 metros.
- 2 15 Cables UTP cat 6A 28 AWG marca Panduit de 3 metros.

Entrega conforme:



Sr. Alexander Conde



Sr. Álvaro Ortiz

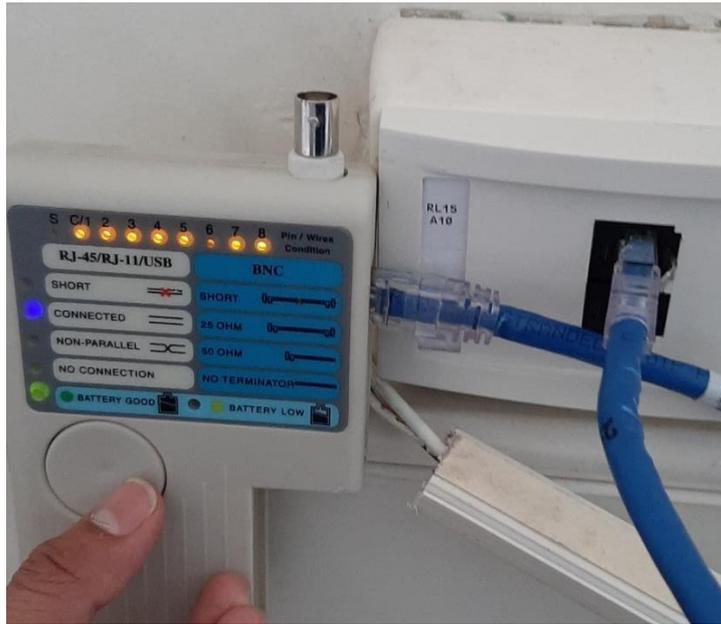
Recibe conforme:



Ing. Miguel Mariscal

**Figura C1** Acta de entrega-recepción de los *patch cord* CAT6A Panduit

## **ANEXO 4: DETALLE DEL FUNCIONAMIENTO Y ETIQUETADO DE LOS PUNTOS DE RED**



**Figura D1** Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A10



**Figura D2** Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A11



Figura D3 Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A12



Figura D4 Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A13



**Figura D5** Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A14



**Figura D6** Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A15



Figura D7 Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A16



Figura D8 Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A17



**Figura D9** Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A18



**Figura D10** Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A19



Figura D11 Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A20



Figura D12 Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A21



**Figura D13** Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A22



**Figura D14** Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A23



**Figura D15** Prueba de funcionamiento punto de red RL15.A24



**Figura D16** Prueba de funcionamiento punto de red RL15.B01



**Figura D17** Etiquetado de los puntos de red RL15.A10 y RL15.A11



**Figura D18** Etiquetado de los puntos de red RL15.A12 y RL15.A13



**Figura D19** Etiquetado de los puntos de red RL15.A14, RL15.A15, RL15.A16 y RL15.A17



**Figura D20** Etiquetado de los puntos de red RL15.A18, RL15.A19, RL15.A20 y RL15.A21



**Figura D21** Etiquetado de los puntos de red RL15.A22, RL15.A23, RL15.A24 y RL15.B01