



1859

**UNL**

Universidad  
Nacional  
de Loja

# Universidad Nacional de Loja

**Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no  
Renovables**

**Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones**

**Actualización, diseño e implementación de guías de aprendizaje para el  
desarrollo de prácticas de laboratorio de Comunicaciones Ópticas en la  
carrera de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Loja**

**Trabajo de Integración Curricular  
previo a la obtención del título de  
Ingeniera en Telecomunicaciones.**

**AUTORA:**

Stefanny Patricia Cabrera Rivas

**DIRECTOR:**

Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco. Mg. Sc

Loja – Ecuador

2024

*Educamos para Transformar*

## Certificación

Loja, 28 de marzo de 2024

Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco. Mg. Sc

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Actualización, diseño e implementación de guías de aprendizaje para el desarrollo de prácticas de laboratorio de Comunicaciones Ópticas en la carrera de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Loja**, previo a la obtención del título de Ingeniera en Telecomunicaciones, de la autoría del estudiante **Stefanny Patricia Cabrera Rivas**, con cédula de identidad Nro. **1104177884**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco. Mg. Sc

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Stefanny Patricia Cabrera Rivas**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**

**Cedula:** 1104177884

**Fecha:** 28 de marzo del 2024

**Correo electrónico:** [stefanny.cabrera@unl.edu.ec](mailto:stefanny.cabrera@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0969824485

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Integración Curricular.**

Yo **Stefanny Patricia Cabrera Rivas**, declaro ser autor Trabajo de Integración Curricular denominado: **Actualización, diseño e implementación de guías de aprendizaje para el desarrollo de prácticas de laboratorio de Comunicaciones Ópticas en la carrera de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Loja**, como requisito para optar el título de Ingeniera en Telecomunicaciones, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, lo suscribo en la ciudad de Loja, a los veintiocho días del mes de marzo de dos mil veinticuatro.

**Firma:**

**Autora:** Stefanny Patricia Cabrera Rivas

**Cédula:** 1104177884

**Dirección:** Las Peñas. Av. De los paltas y guangala esquina

**Correo electrónico:** [stefanny.cabrera@unl.edu.ec](mailto:stefanny.cabrera@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0969824485

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Ing. Rodolfo Pabel Merino Vivanco. Mg. Sc

## **Dedicatoria**

*A mi madre querida, Gladis Rivas, por ser mi guía y mi mayor fuente de inspiración. Eres mi ejemplo a seguir en cada paso que doy, y tu amor y apoyo incondicional han sido luz en mi camino. Gracias por la confianza que siempre tuviste en mí, sin ti nada de esto sería posible.*

*A mi adorado padre, Patricio Cabrera, por ser la motivación constante en mi vida y por su apoyo inquebrantable. “Ya te falta poco, estás cerca de la orilla y cuando estés al salir estiraré mi mano para ayudarte”. Cada consejo y sacrificio que has hecho para verme cumplir mis metas. Gracias por ser mi guía y mi amigo.*

*A mi hermano Cristhian, por formar parte en cada paso de este viaje. En las buenas y malas siempre estás a mi lado, brindándome fuerza y aliento. Te agradezco cada risa compartida hermanito.*

*A Ricardo Ochoa, por enseñarme el valor de la perseverancia. Por creer en mis capacidades y por alentarme a alcanzar mis metas. Tu apoyo ha sido parte de mi fortaleza en este camino.*

*A mis amigos, por estar ahí en los momentos difíciles. Especialmente a Xavi, por el apoyo incondicional durante toda la carrera y por estar a mi lado en cada decisión. Siempre que necesité un amigo, estuviste ahí sin dudarlo.*

*Este logro no es solo mío, sino de todos ustedes. Especialmente quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres. Con todo mi amor y gratitud, les dedico este logro.*

***Stefanny Patricia Cabrera Rivas***

## **Agradecimiento**

*Primeramente, quiero agradecer a Dios por permitirme estar aquí y alcanzar una de mis tantas metas. Por brindarme fortaleza, perseverancia y sobre todo por ser mi guía en todo momento. También quiero extender mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja especialmente a la carrera de Telecomunicaciones, y a su planta docente por impartirme los conocimientos necesarios y contribuir en mi formación académica.*

*Un agradecimiento especial a mi director de Trabajo de Integración Curricular, Ing. Pabel Merino, por su guía en cada paso de este proceso. También quiero expresar un sincero agradecimiento a la Ing. Alba Vargas, cuya dedicación, compromiso y apoyo, así como su experiencia, han enriquecido mi proceso de aprendizaje y han sido fundamentales para la realización de este trabajo de integración curricular.*

*Agradezco profundamente a mi familia por ser el pilar de mi vida. Cada palabra de aliento, motivación y consejo que me han brindado ha sido importante para mí crecimiento personal y mi formación académica. Gracias a cada uno de ustedes, he encontrado la fuerza de superarme y seguir adelante siempre con la frente en alto.*

*Gracias a mis amigos por el apoyo que me brindaron en cada momento que los necesité. Cada risa compartida, cada palabra de aliento y cada momento juntos los cuales hicieron una diferencia en mi vida.*

***Stefanny Patricia Cabrera Rivas***

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>vii</b>
<b>Índice de tablas:</b> .....	<b>x</b>
<b>Índice de figuras:</b> .....	<b>xi</b>
<b>Índice de anexos:</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
Abstract .....	3
<b>3. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Marco teórico</b> .....	<b>6</b>
4.1. Introducción al manejo de la fibra óptica .....	6
4.1.1. Tipos de cables de fibra óptica.....	6
4.1.1.1. Cable aéreo autoportante.....	6
4.1.1.2. Cable submarino. ....	6
4.1.1.3. Cable compuesto tierra-óptico (OPGW).....	7
4.1.2. Pérdidas en los cables de fibra óptica .....	8
4.1.2.1. Atenuación. ....	8
4.1.2.2. Pérdidas por absorción.....	9
4.1.2.3. Dispersión de Rayleigh. ....	9
4.1.2.4. Pérdidas por radiación.....	10

4.1.2.5.	Pérdidas en acoplamiento. ....	10
4.1.3.	Conectores de fibra óptica .....	12
4.1.3.1.	ST.....	12
4.1.3.2.	FC.....	12
4.1.3.3.	SC.....	13
4.1.3.4.	LC. ....	13
4.1.3.5.	MU.....	14
4.1.3.6.	MT-RJ.....	14
4.1.3.7.	SMA.....	14
4.2.	Fusión de fibra óptica.....	14
4.2.1.	Tipos de empalmes de fibra óptica. ....	14
4.2.1.1.	Empalme por fusión.....	14
4.2.1.2.	Empalme mecánico.....	15
4.3.	Redes de fibra óptica.....	16
4.3.1.	Redes Ópticas Activas (AON).....	16
4.3.2.	Redes Ópticas Pasivas (PON).....	16
4.3.3.	Redes FTTX.....	17
4.3.3.1.	Red FTTH.....	18
<b>5.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>23</b>
5.1.	Área de estudio .....	23
5.2.	Planificación de las prácticas .....	23
5.3.	Hardware y software .....	24
5.3.1.	Fusionadora FiberFox mini 5C.....	25
5.3.2.	Medidor de potencia óptica (OPM) .....	26
5.3.3.	OPM Proskit MT-7603 .....	27
5.3.4.	Localizador visual de fallas (VFL) .....	28
5.3.5.	Convertidores de medios WDM .....	28
5.3.6.	OTDR APL-2.....	30
5.3.7.	JPerf .....	31



5.3.8.	Fiber Viewer .....	33
5.4.	Estructura de prácticas .....	33
<b>6.</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>37</b>
6.1.	Resultados de la práctica N1 .....	37
6.2.	Resultados de la práctica N2.....	37
6.3.	Resultados de la práctica N3.....	38
6.4.	Resultados de la práctica N4.....	39
6.5.	Resultados de la práctica N5.....	40
6.6.	Resultados de la práctica N6.....	41
<b>7.</b>	<b>Discusión .....</b>	<b>43</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>45</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>46</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>47</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>49</b>

## Índice de tablas:

<b>Tabla 1.</b> Distribución de las prácticas .....	23
<b>Tabla 2.</b> Inventario de los equipos del laboratorio.....	24
<b>Tabla 3.</b> Especificaciones técnicas de la fusionadora FiberFox mini 5C.....	25
<b>Tabla 4.</b> Especificaciones técnicas del medidor de potencia óptica .....	26
<b>Tabla 5.</b> Especificaciones técnicas del Proskit MT-7602 .....	27
<b>Tabla 6.</b> Especificaciones técnicas del VFL .....	28
<b>Tabla 7.</b> Especificaciones técnicas del convertidor de medios WDM.....	29
<b>Tabla 8.</b> Especificaciones técnicas del OTDR .....	30
<b>Tabla 9.</b> Resultados de la práctica de laboratorio N1 .....	37
<b>Tabla 10.</b> Resultados de la práctica de laboratorio N2 .....	38
<b>Tabla 11.</b> Resultados de la práctica de laboratorio N3 .....	39
<b>Tabla 12.</b> Resultados de la práctica de laboratorio N4 .....	39
<b>Tabla 13.</b> Resultados de la práctica de laboratorio N5 .....	40
<b>Tabla 14.</b> Resultados de la práctica de laboratorio N6 .....	41

## Índice de figuras:

<b>Figura 1.</b> Capas de la fibra óptica: núcleo, revestimiento y recubrimiento .....	6
<b>Figura 2.</b> Cable submarino.....	7
<b>Figura 3.</b> Cable Híbrido .....	7
<b>Figura 4.</b> Partes del cable drop.....	8
<b>Figura 5.</b> Pérdidas por absorción en las fibras ópticas.....	9
<b>Figura 6.</b> Desalineación lateral .....	10
<b>Figura 7.</b> Desalineación por entrehierro .....	11
<b>Figura 8.</b> Desalineación angular .....	11
<b>Figura 9.</b> Acabado superficial imperfecto.....	11
<b>Figura 10.</b> Conector ST.....	12
<b>Figura 11.</b> Conector FC .....	13
<b>Figura 12.</b> Conector SC .....	13
<b>Figura 13.</b> Conector LC .....	13
<b>Figura 14.</b> Proceso de fusión.....	15
<b>Figura 15.</b> Empalme mecánico .....	15
<b>Figura 16.</b> Esquema general de una red AON .....	16
<b>Figura 17.</b> Esquema general de una red PON .....	17
<b>Figura 18.</b> Arquitectura de una red de acceso óptico.....	18
<b>Figura 19.</b> Red óptica pasiva utilizada en la fibra hasta el hogar .....	18
<b>Figura 20.</b> Arquitectura P2P .....	19
<b>Figura 21.</b> Arquitectura P2MP.....	19
<b>Figura 22.</b> Distribuidor de fibra óptica .....	20
<b>Figura 23.</b> Splitter óptico .....	20
<b>Figura 24.</b> Manga de empalme tipo domo .....	21
<b>Figura 25.</b> NAP de 8 puertos certificada por CNT .....	21
<b>Figura 26.</b> Roseta óptica .....	22
<b>Figura 27.</b> Software JPerf .....	32
<b>Figura 28.</b> Software Fiber Viewer .....	33
<b>Figura 29.</b> Estructura de las prácticas de laboratorio.....	34
<b>Figura 30.</b> Estructura de la guía de la práctica de laboratorio .....	35

<b>Figura 31.</b> Estructura del preparatorio de la práctica de laboratorio .....	35
<b>Figura 32.</b> Estructura del informe de la práctica de laboratorio .....	36

## Índice de anexos:

<b>Anexo 1.</b> Silabo de la asignatura de comunicaciones ópticas .....	49
<b>Anexo 2</b> Guía de práctica de laboratorio N1 .....	54
<b>Anexo 3.</b> Preparatorio de práctica de laboratorio N1 .....	64
<b>Anexo 4.</b> Informe de práctica de laboratorio N1 .....	83
<b>Anexo 5.</b> Guía de práctica de laboratorio N2 .....	88
<b>Anexo 6.</b> Preparatorio de práctica de laboratorio N2 .....	95
<b>Anexo 7.</b> Informe de práctica de laboratorio N2 .....	112
<b>Anexo 8.</b> Guía de práctica de laboratorio N3 .....	117
<b>Anexo 9.</b> Preparatorio de práctica de laboratorio N3 .....	128
<b>Anexo 10.</b> Informe de práctica de laboratorio N3 .....	141
<b>Anexo 11.</b> Guía de práctica de laboratorio N4 .....	156
<b>Anexo 12.</b> Preparatorio de práctica de laboratorio N4 .....	171
<b>Anexo 13.</b> Informe de práctica de laboratorio N4 .....	183
<b>Anexo 14.</b> Guía de práctica de laboratorio N5 .....	213
<b>Anexo 15.</b> Preparatorio de práctica de laboratorio N5 .....	221
<b>Anexo 16.</b> Informe de práctica de laboratorio N5 .....	234
<b>Anexo 17.</b> Guía de práctica de laboratorio N6 .....	240
<b>Anexo 18.</b> Preparatorio de práctica de laboratorio N6 .....	254
<b>Anexo 19.</b> Informe de práctica de laboratorio N6 .....	271
<b>Anexo 20.</b> Certificación de validación de prácticas .....	281
<b>Anexo 21.</b> Certificación de traducción del resumen.....	282

## **1. Título**

**Actualización, diseño e implementación de guías de aprendizaje para el desarrollo de prácticas de laboratorio de Comunicaciones Ópticas en la carrera de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Loja.**

## 2. Resumen

El presente trabajo de investigación se enfoca en la actualización, diseño e implementación de guías de aprendizaje orientadas al desarrollo de prácticas de laboratorio de Comunicaciones Ópticas en la carrera de Telecomunicaciones. Estas guías se centran en el manejo de equipos ópticos en el laboratorio de Antenas y Telecomunicaciones, con el propósito de permitir a los estudiantes que apliquen sus conocimientos teóricos y adquieran habilidades prácticas en el campo de las comunicaciones ópticas. La metodología de implementación de las guías de práctica comprendió inicialmente la revisión y actualización de las prácticas existentes, incorporando, además, nuevo contenido. La selección de cada práctica se realizó considerando los equipos disponibles en el laboratorio y las temáticas de la asignatura. La segunda fase consistió en elaborar las guías, proporcionando instrucciones detalladas y claras para la realización de las prácticas, garantizando un enfoque estructurado y eficaz en el aprendizaje de los estudiantes. Como tercera fase, las guías fueron evaluadas por el personal Técnico Docente del laboratorio, culminando en la implementación de seis prácticas de laboratorio. Las prácticas desarrolladas tienen las siguientes temáticas: Introducción a la fibra óptica, fusión de fibra óptica, atenuación óptica, enlace de fibra óptica con tecnología WDM, armado de una roseta óptica para instalaciones en planta interna e introducción al uso del Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR). A través de la ejecución de estas guías de prácticas, se espera que los estudiantes desarrollen habilidades prácticas, técnicas y de investigación mediante la interacción directa con equipos y herramientas especializadas en el campo de las comunicaciones ópticas. Esta metodología no solamente propicia una mejora en la comprensión teórica de los conceptos, sino que también promueve el trabajo colaborativo y la cooperación entre los estudiantes, preparándolos para afrontar los desafíos en el mundo laboral.

**Palabras clave:** Comunicaciones Ópticas, guías de prácticas, equipos ópticos, habilidades técnicas.

## **Abstract**

The present research work focuses on the updating, design and implementation of learning guides oriented to the development of Optical Communications Laboratory practices in the Telecommunications career. These guides focus on the handling of optical equipment in the Antennas and Telecommunications laboratory, with purpose to allow students to apply their theoretical knowledge and acquire practical skills in the field of optical communications. The methodology for implementing the practice guidelines initially included the revision and updating of existing practices, incorporating new content. The selection of each practice was made considering the equipment available in the laboratory and the themes of the subject. The second phase consisted of developing the guides, providing detailed and clear instructions for the implementation of the internships, and ensuring a structured and effective approach to student learning. As a third phase, the guidelines were evaluated by the laboratory's Technical Teaching staff, then, it is culminating in the implementation of six laboratory practices. The developed practices have the following topics: Introduction to optical fiber, optical fiber fusion, optical attenuation, optical fiber link with WDM technology, assembly of an optical rosette for internal plant installations and introduction to the use of the Optical Time Domain Reflectometer (OTDR). Through the execution of these internship guides, students are expected to develop practical, technical and research skills through direct interaction with specialized equipment and tools in the field of optical communications. This methodology not only adopts an improvement in the theoretical understanding of the concepts but also promotes collaborative work and cooperation among students, preparing them to face challenges in the working world.

**Keywords:** Optical communications, practice guidelines, optical equipment, technical skills.



### 3. Introducción

En la actualidad, las comunicaciones ópticas desempeñan un papel fundamental en el campo de las telecomunicaciones, ya que se encuentran en constante evolución y se ha convertido en una tecnología indispensable para la transmisión de información. Por lo tanto, cada vez se vuelve necesario que los estudiantes adquieran habilidades prácticas en este campo. Aunque el aprendizaje teórico proporciona una base sólida, puede resultar limitado para comprender y aplicar los conceptos en la práctica. Por esta razón, el desarrollo de prácticas de laboratorio se torna esencial, al brindar a los estudiantes la oportunidad de interactuar directamente con los equipos y herramientas utilizados en comunicaciones ópticas. Además, servirá como herramienta para complementar las simulaciones y/o prácticas realizadas en software.

En base al desarrollo de la tecnología en el ámbito de las Telecomunicaciones, en la carrera de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Loja se han adquirido equipos y herramientas que permiten poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de acuerdo al pñsum académico, en específico en la asignatura de Comunicaciones Ópticas. Aunque existen prácticas de laboratorio, se ha dado lugar a la necesidad de revisarlas y mejorarlas. Por ello, se propone establecer un banco de prácticas de acuerdo al programa de estudios, que se espera se lleven a cabo durante el transcurso de cada ciclo académico.

La falta de actualización de las guías de prácticas limita la capacidad de los estudiantes para adquirir experiencia práctica y desarrollar habilidades y destrezas técnicas. La actualización de las prácticas conlleva una serie de mejoras, entre las cuales se incluye la revisión y actualización de los contenidos, incorporación de nuevas temáticas, y la utilización de equipos que permite a los estudiantes familiarizarse con herramientas utilizadas en comunicaciones ópticas. Estas mejoras tendrán un impacto positivo en la formación académica y la capacidad de los estudiantes para enfrentar los desafíos del campo laboral.

Las guías de prácticas de laboratorio cumplen un rol importante al proporcionar una estructura clara y detallada a los estudiantes sobre cómo llevar a cabo la correcta manipulación de todos los componentes que se utilizan para las comunicaciones ópticas. Estas guías abarcan los objetivos y resultados de aprendizaje que se desea cumplir a través de las instrucciones paso a paso, el detalle de los equipos y materiales necesarios, derivando en la aplicación de los conceptos teóricos aplicados a la práctica.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo “Actualizar e implementar las guías de aprendizaje para el desarrollo de prácticas de laboratorio de Comunicaciones Ópticas en la carrera de Telecomunicaciones”. En primer lugar, se revisarán y actualizarán las prácticas existentes de la asignatura de Comunicaciones Ópticas. A continuación, se elaborarán las guías para prácticas de laboratorio de acuerdo a las necesidades de la carrera de telecomunicaciones y equipamiento disponible en el laboratorio. Por último, se validará e implementarán las guías de laboratorio propuestas para el aprendizaje práctico de Comunicaciones Ópticas.

La estructura del trabajo se organiza de la siguiente manera: en primer lugar, se presenta la introducción del tema que contextualiza los objetivos, problemática y justifica la relevancia del trabajo. Posteriormente, se hace una descripción del marco teórico donde se revisan conceptos relevantes de acuerdo a las temáticas de las prácticas. Luego se describe detalladamente la metodología utilizada, incluyendo la planificación de las prácticas, la estructura de las prácticas que incluye la guía, preparatorio e informe, así como el hardware y software utilizados. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de cada una de las prácticas destacando las habilidades prácticas, técnicas y de investigación. Posteriormente, se presenta la discusión de los resultados analizando la relación con los objetivos. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones. Además, se incluyen los anexos que consta del silabo de la asignatura y las guías de cada práctica.

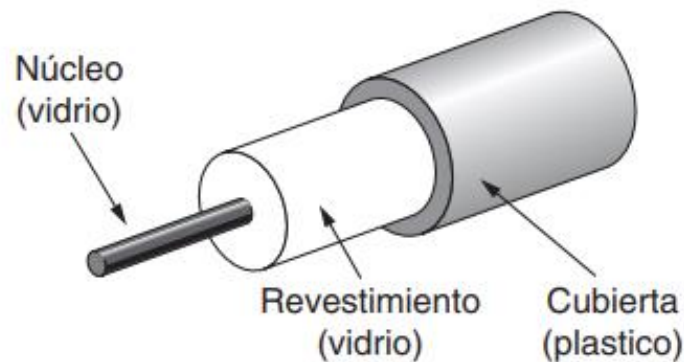
## 4. Marco teórico

### 4.1. Introducción al manejo de la fibra óptica

Chomycz (2001) señala que la fibra óptica es un material transparente y de forma cilíndrica que confina y propaga ondas de luz (ver Figura 1). Se compone de tres capas distintas: el núcleo central que transporta la luz, el revestimiento que rodea el núcleo y encierra la luz en su interior, y el recubrimiento que proporciona protección al revestimiento. El núcleo y el revestimiento suelen ser de vidrio de sílice, mientras que el recubrimiento es una cubierta de plástico o acrílico (p. 17).

**Figura 1.**

*Capas de la fibra óptica: núcleo, revestimiento y recubrimiento*



*Nota.* Tomado de (Tanenbaum & Wetherall, 2012)

#### 4.1.1. Tipos de cables de fibra óptica

A continuación, se describen los diferentes tipos de cables de fibra óptica.

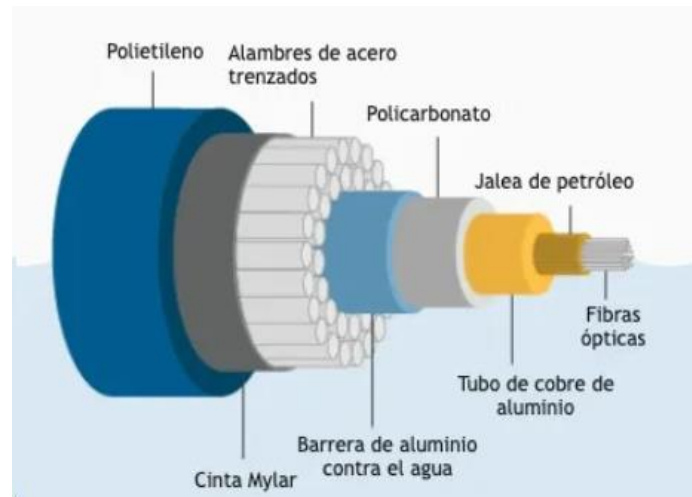
##### 4.1.1.1. Cable aéreo autoportante.

El cable aéreo autoportante es un cable de estructura holgada diseñado para su uso en estructuras aéreas. No necesita un soporte para apoyarse. Se utilizan abrazaderas especiales para fijar el cable directamente a la estructura del poste. El cable se somete a tensión mecánica a lo largo del vano (Chomycz, 2001, p. 40).

##### 4.1.1.2. Cable submarino.

El cable submarino es un cable con una estructura holgada diseñado para permanecer sumergido en el agua. Hoy en día, muchos continentes están conectados por cables submarinos transoceánicos de fibra óptica (Chomycz, 2001, p. 40).

**Figura 2.**  
*Cable submarino*



*Nota.* Tomado de (Griffiths, 2019)

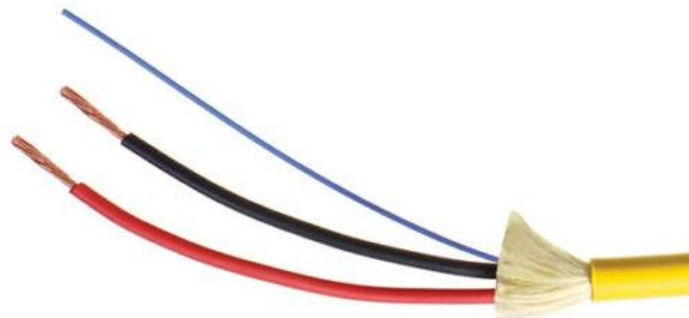
#### **4.1.1.3. Cable compuesto tierra-óptico (OPGW).**

El cable compuesto tierra-óptico es un cable de tierra con fibras ópticas insertadas en un tubo en el núcleo central del cable. Los cables de fibra óptica están completamente protegidos y rodeados por cables de tierra pesados. Lo utilizan las compañías eléctricas para la comunicación a lo largo de líneas de alto voltaje (Chomycz, 2001, p. 40).

#### **4.1.1.4. Cable híbrido.**

Los cables híbridos constan de pares de fibra óptica y cobre (Chomycz, 2001, p. 40).

**Figura 3.**  
*Cable Híbrido*

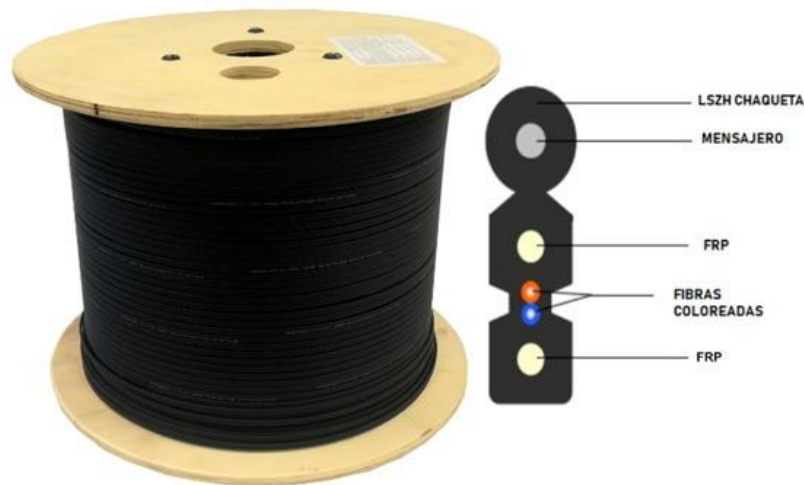


*Nota.* Tomado de (Real Optic, 2020)

#### **4.1.1.5. Cable drop.**

Es un cable de tipo monomodo que ofrece baja sensibilidad a las curvaturas, con un radio de curvatura mínimo de hasta 10 mm. Se puede instalar tanto en exterior como en interior. Cumple con la normativa ITU-T G.657.

**Figura 4.**  
*Partes del cable drop*



*Nota.* Tomado de (Santillán, 2021)

#### ***4.1.2. Pérdidas en los cables de fibra óptica***

Las pérdidas en la fibra representan un factor limitante porque reducen la potencia de la señal que llega al receptor. A continuación, se mencionan los factores que contribuyen a esas pérdidas.

##### **4.1.2.1. Atenuación.**

La reducción de la potencia de una onda de luz cuando viaja por un cable suele denominarse atenuación. La atenuación tiene varios efectos adversos sobre el rendimiento, como la disminución del ancho de banda del sistema, la velocidad de transmisión de la información, la eficacia y la capacidad global. En general, la atenuación de un cable óptico se expresa en decibelios de pérdida por unidad de longitud (Tomasi et al., 2003, p. 422).

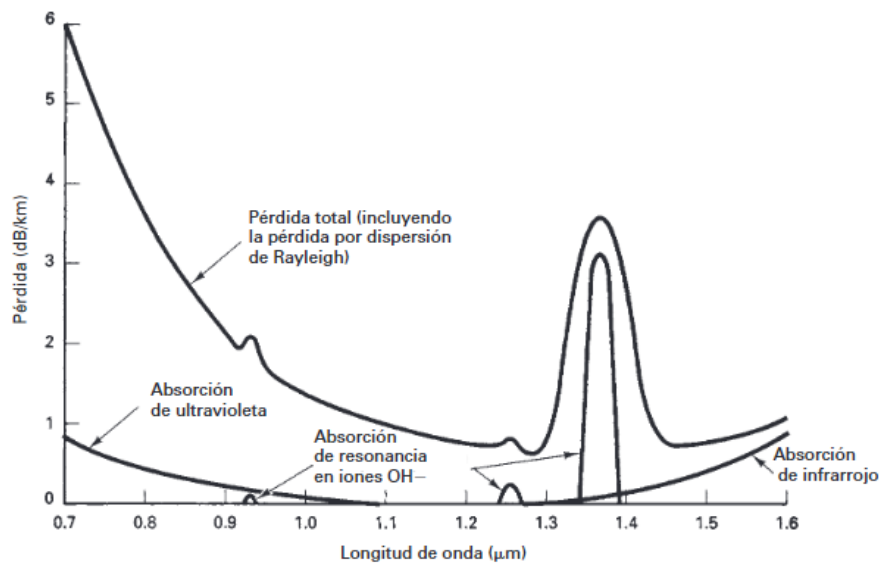
En general, las fibras multimodo suelen experimentar mayores pérdidas por atenuación que los cables monomodo. Esto se debe principalmente a la mayor dispersión de la onda luminosa causada por las impurezas (Tomasi et al., 2003, p. 422).

#### 4.1.2.2. Pérdidas por absorción.

La pérdida de absorción en las fibras ópticas es similar a la disipación de energía en los cables de cobre; las impurezas de la fibra absorben la luz y la convierten en calor. El vidrio ultra puro utilizado para fabricar fibras ópticas tiene aproximadamente un 99,9999% de pureza. Sin embargo, es normal tener pérdidas por absorción que oscilan entre 1 y 1000 dB/km. Esencialmente, hay tres factores que contribuyen a las pérdidas por absorción en las fibras ópticas: la absorción ultravioleta, la absorción infrarroja y la absorción por resonancia iónica (Tomasi et al., 2003, p. 444).

#### Figura 5.

*Pérdidas por absorción en las fibras ópticas*



*Nota.* Tomado de (Tomasi et al., 2003)

#### 4.1.2.3. Dispersión de Rayleigh.

Durante el proceso de fabricación, el hilo se estira hasta formar fibras largas de diámetro muy pequeño. A lo largo de este proceso, el vidrio permanece en estado plástico, ni sólido ni líquido. La aplicación de tensión al vidrio en este proceso provoca la formación de irregularidades submicroscópicas durante el enfriamiento, integrándose de manera permanente en las fibras. Cuando los rayos de luz atraviesan la fibra y encuentran alguna de estas impurezas, se difractan. Parte de la luz difractada sigue viajando por la fibra, mientras que otra parte escapa a través de las capas. Este fenómeno se conoce como pérdidas en el material o por dispersión de Rayleigh (Tomasi et al., 2003, p. 422).

#### 4.1.2.4. Pérdidas por radiación.

Las pérdidas por radiación se deben principalmente a pequeños cambios de dirección y curvaturas de la fibra. Básicamente, existen dos tipos de curvaturas: micro curvaturas y curvaturas de radio constantes (Tomasi et al., 2003, p. 446).

*Micro curvatura:* representa una pequeña desviación geométrica o una imperfección en el eje de la fibra, generando una discontinuidad en la que puede producirse la dispersión de Rayleigh.

*Curvaturas de radio constantes:* se producen debido a una presión y tensión excesivas, normalmente cuando las fibras se doblan durante su manipulación o instalación.

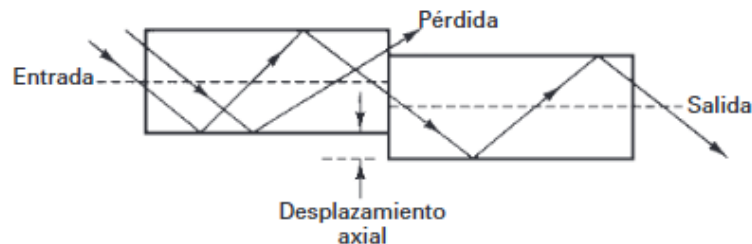
#### 4.1.2.5. Pérdidas en acoplamiento.

En los cables de fibra óptica, las pérdidas por acoplamiento pueden producirse en cualquiera de los tres tipos de conexiones ópticas: conexiones de fuente de luz a fibra, conexiones de fibra a fibra y conexiones de fibra a fotodetector. Las pérdidas en las uniones suelen derivar principalmente de problemas de alineación, siendo los más comunes la desalineación lateral, la desalineación del entrehierro, la desalineación angular y el acabado superficial deficiente (Tomasi et al., 2003, p. 448).

La desalineación lateral, como se ilustra en la Figura 6, hace referencia al desplazamiento axial o lateral entre dos cables de fibra adyacentes. Estas pérdidas tienden a ser insignificantes si los ejes de las fibras son paralelos dentro del 5% del diámetro más pequeño de la fibra (Tomasi et al., 2003, p. 449).

#### Figura 6.

*Desalineación lateral*



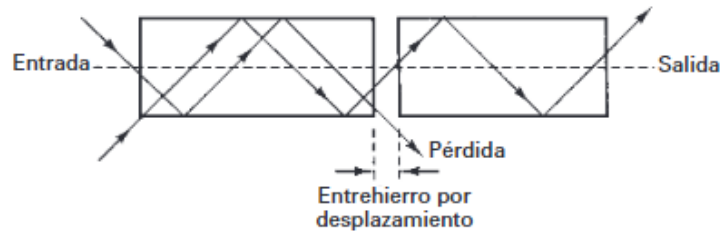
*Nota.* Tomado de (Tomasi et al., 2003)

Desalineación por entrehierro, ilustrado en la Figura 7, o también conocido como separación entre extremos se produce cuando las fibras están conectadas y deben tocarse entre sí. Cuanto mayor sea la distancia, mayor será la pérdida de luz. Si se conectan dos fibras con un

conector, sus extremos no deben tocarse porque la fricción entre ellos en el conector puede dañar una o ambas fibras (Tomasi et al., 2003, p. 449).

**Figura 7.**

*Desalineación por entrehierro*

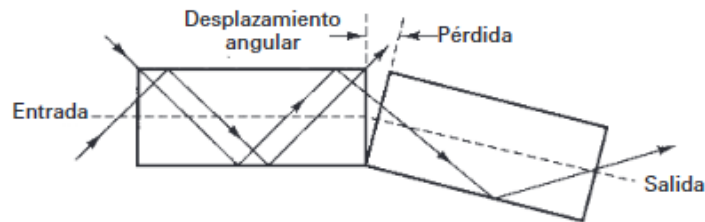


*Nota.* Tomado de (Tomasi et al., 2003)

Desalineación angular (ver Figura 8) también conocida como desplazamiento angular, resultará en pérdidas inferiores a 0,5 dB siempre que el desplazamiento angular sea menor a  $2^\circ$  (Tomasi et al., 2003, p. 422).

**Figura 8.**

*Desalineación angular*

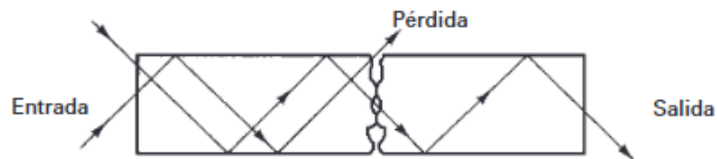


*Nota.* Tomado de (Tomasi et al., 2003)

Acabado superficial imperfecto (ver Figura 9). Los extremos de las dos fibras conectadas deben ser suaves y ajustarse perfectamente uno contra el otro. Si los extremos de las fibras están a menos de 3 grados de la perpendicular, la pérdida será menor a 0,5 dB (Tomasi et al., 2003, p. 449).

**Figura 9.**

*Acabado superficial imperfecto*



*Nota.* Tomado de (Tomasi et al., 2003)



### 4.1.3. Conectores de fibra óptica

El conector consta de un casquillo o férula, un cuerpo, una cápsula o corona y un manguito descargador de tensión. El casquillo es la parte central del conector que sujeta la fibra óptica. Puede ser de cerámica, acero o plástico. En la mayoría de los conectores, el casquillo cerámico es el que tiene menos pérdidas. La cápsula y el cuerpo pueden ser de acero o plástico. Para realizar una conexión, la cápsula puede enroscarse, retorcerse o ajustarse con un muelle. El manguito descargador libera la tensión de la fibra óptica (Chomycz, 2001, p. 96).

#### 4.1.3.1. ST.

Utiliza un robusto anillo metálico de acoplamiento en bayoneta con rampas radicales para facilitar la conexión a los espárragos adaptadores del acoplamiento. Además, emplea una virola cerámica de precisión fabricada con dióxido de circonio (Kreiser, 2003, p. 133).

Para las fibras multimodo, tiene una pérdida de inserción típica de 0,4 dB si se utiliza un método de pulido manual o de 0,2 dB si se utiliza una pulidora de fibra automatizada. Los conectores monomodo suelen alcanzar una pérdida de inserción de 0,3 dB y una pérdida de retorno de 40 dB utilizando un sencillo método de pulido manual (Kreiser, 2003, p. 133).

**Figura 10.**  
*Conector ST*



*Nota.* Tomado de (Moris, 2022)

#### 4.1.3.2. FC.

Este conector utiliza un mecanismo de acoplamiento roscado, donde el conector se conecta mediante adaptadores pasamuros. Estos adaptadores combinan una carcasa metálica con un manguito de alineación de cerámica de precisión o un manguito metálico. Los conectores vienen en un diseño de cuerpo de una pieza premontado y tienen férulas pre pulidas. Las pérdidas de inserción nominales son inferiores a 0,15 dB en fibras monomodo e inferiores a 0,34 dB en fibras multimodo (Kreiser, 2003, p. 135).

**Figura 11.**  
*Conector FC*

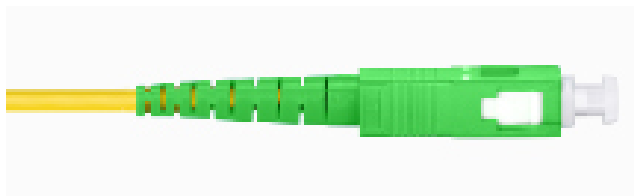


*Nota.* Tomado de (Moris, 2022)

#### **4.1.3.3. SC.**

Este conector se conecta con un simple chasquido y se puede desconectar presionando la pestaña y tirando del conector. Los conectores SC están disponibles en configuraciones simplex y dúplex. Al igual que el conector ST, el conector SC utiliza una férula de cerámica y tiene características de pérdida similares (Kreiser, 2003, p. 134).

**Figura 12.**  
*Conector SC*



*Nota.* Tomado de (Moris, 2022)

#### **4.1.3.4. LC.**

Se trata de la interfaz de conector telefónico RJ-45 estándar y la tecnología de casquillo cerámico. Tiene una función de ajuste de seis posiciones para lograr una pérdida de inserción muy baja optimizando la orientación de los núcleos de fibra. Es compatible con fibras buffer de 900  $\mu\text{m}$  y cables con cubierta de 1,60 mm y 2,40 mm (Kreiser, 2003, p. 136).

**Figura 13.**  
*Conector LC*



*Nota.* Tomado de (Moris, 2022)

#### **4.1.3.5. MU.**

Se basa en una virola cerámica de 1,25 mm y emplea una única virola flotante independiente, separada de la red principal. Tiene una carcasa de plástico y utiliza un mecanismo de bloqueo push-pull. Se ofrece en versiones simplex, dúplex y multicanal (Kreiser, 2003, p. 136).

#### **4.1.3.6. MT-RJ.**

Es un conector SFF con dos fibras en una férula de plástico moldeada con precisión. Funciona igualmente bien tanto para fibras multimodo como monomodo. Su principal aplicación es el tendido de cables horizontales a la mesa (Kreiser, 2003, p. 136).

#### **4.1.3.7. SMA.**

Emplean una interfaz roscada y presentan una pérdida de inserción típica inferior a 0,25 dB para fibras multimodo. Los conectores SMA 905 tienen una punta recta, mientras que los conectores SMA 906 utilizan un diseño escalonado con un manguito de plástico para la alineación (Kreiser, 2003, p. 136).

### **4.2. Fusión de fibra óptica**

Los empalmes de fibra óptica son conexiones permanentes o semipermanentes que se caracterizan por sus pérdidas de inserción, igual que los conectores. Hay dos tipos de empalmes: los empalmes por fusión y los empalmes mecánicos (Capmany et al., 1999, P. 68)

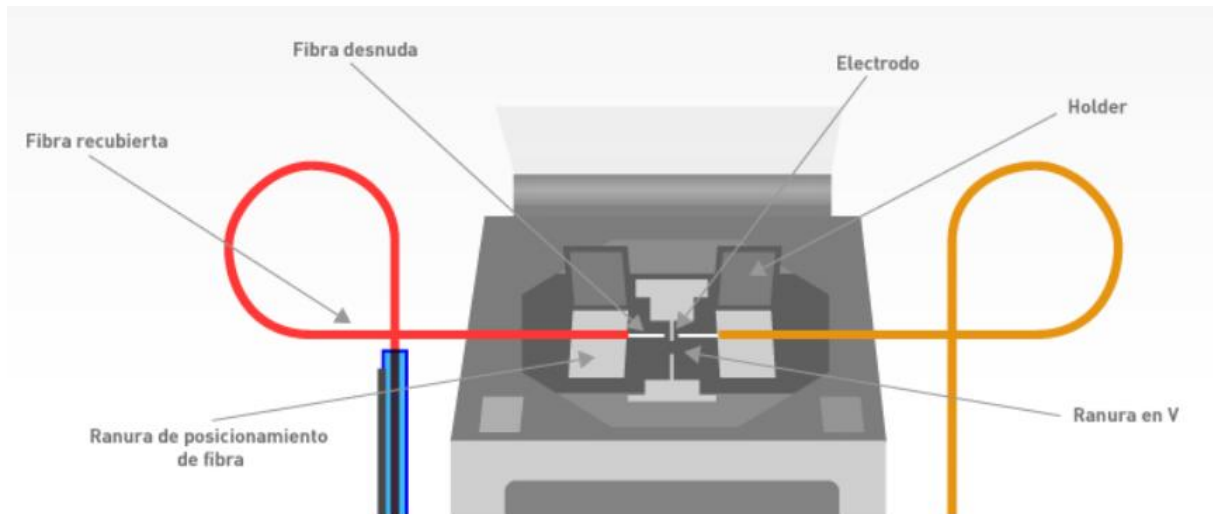
#### ***4.2.1. Tipos de empalmes de fibra óptica.***

A continuación, se detallan los tipos de empalme.

##### **4.2.1.1. Empalme por fusión.**

El método de empalme por fusión utiliza un equipo denominado empalmadora de fusión. Este dispositivo alinea con precisión las dos fibras y crea un arco eléctrico para soldarlas. Permitiendo bajas pérdidas, normalmente inferiores que 0.01 dB tanto para fibras monomodo como multimodo (Chomycz, 2001, p. 81)

**Figura 14.**  
*Proceso de fusión*



*Nota.* Tomado de (FiberMex, 2020)

#### **4.2.1.2. Empalme mecánico.**

El proceso de ensamblaje de un empalme mecánico implica pelar y cortar las fibras, insertarlas en el mecanismo de empalme hasta que se toquen y luego asegurarlas en su lugar. El proceso de fijación se realiza sujetando las fibras o pegándolas a la estructura de empalme. Para evitar el reflejo de la luz en el lugar del empalme, se puede inyectar en el espacio entre las fibras empalmadas un gel especial con un índice de refracción similar al del vidrio. Este material se llama gel de coincidencia de índices (Kreiser, 2003, p. 139)

**Figura 15.**  
*Empalme mecánico*



*Nota.* Tomado de (Finetelecom, n.d.)

Existen empalmes mecánicos para fibras monomodo y multimodo. Las pérdidas de conexión de los empalmes mecánicos son ligeramente superiores a las de los empalmes por fusión, y oscilan entre 0,1 y 0,8 dB (Chomycz, 2001, p. 82).

### 4.3. Redes de fibra óptica

Las redes de fibra óptica conectan los elementos terminales de la red de transporte con los terminales de los usuarios. Consta de cuatro partes: terminal de línea, red de distribución de fibra óptica, terminal de red óptica y acometida. La topología de las redes de acceso de fibra se clasifica en función de su proximidad al usuario o del uso de elementos activos y/o pasivos (Ruiz, 2019).

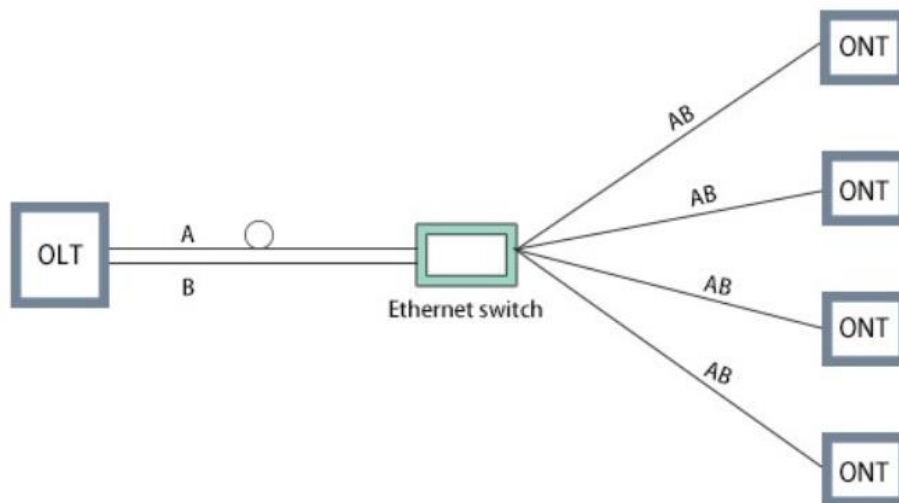
A continuación, se mencionan los tipos de redes de fibra óptica.

#### 4.3.1. Redes Ópticas Activas (AON)

Una red óptica activa se refiere a los componentes que forman la red, como enrutadores, conmutadores, amplificadores y dispositivos ópticos activos entre la oficina central y las unidades de distribución de usuarios, que se alimentan de energía eléctrica. Las redes ópticas activas tienen principalmente una estructura de red punto a punto (PTP), que proporciona un canal dedicado a cada usuario específico (Borbor & Malavé, 2023).

#### Figura 16.

Esquema general de una red AON



Nota. Tomado de (Tse, 2020)

#### 4.3.2. Redes Ópticas Pasivas (PON)

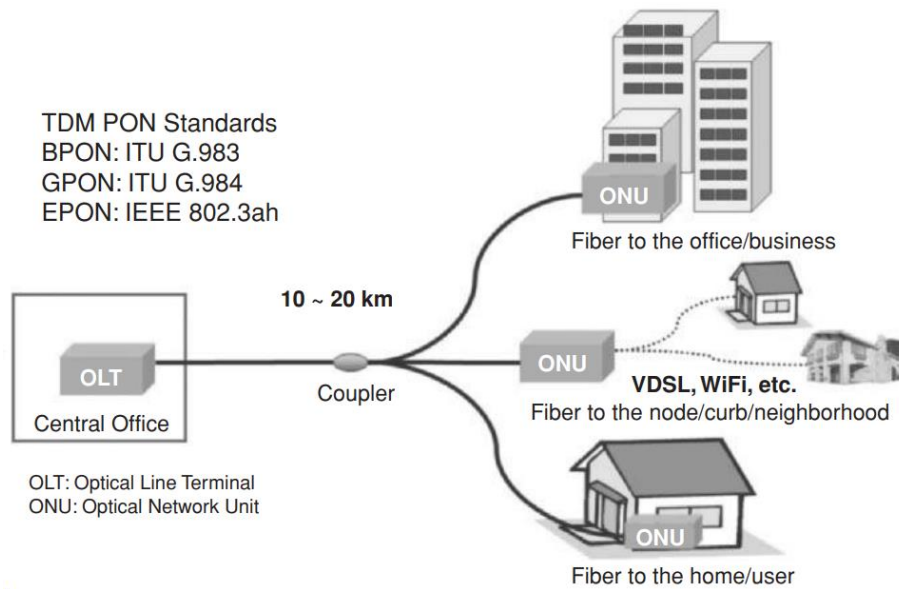
En una arquitectura de red óptica pasiva, como su nombre indica, no existe ningún componente activo entre la oficina central y las instalaciones del usuario. Los dispositivos activos

existen sólo en la oficina central y en las instalaciones del usuario. Desde la oficina central, la fibra óptica monomodo estándar (fibra de alimentación) se encamina a un divisor de potencia óptica pasivo 1: N cerca de las instalaciones del usuario. Es decir, la terminal de línea óptica (OLT) está conectada y compartida por múltiples unidades (ONU) a través de un divisor óptico pasivo. Las fibras y los componentes pasivos entre la oficina central y las instalaciones del usuario se denominan comúnmente red de distribución óptica (ODN) (Kazovsky et al., 2011, p. 12).

El tráfico descendente se transmite mediante OLT a una longitud de onda de 1490 nm, y el tráfico ascendente de las ONU se transporta a una longitud de onda de 1310 nm. En algunas PON, la señal de vídeo analógica todavía se transmite en la longitud de onda de 1550 nm, aunque la mayoría de las señales de vídeo analógicas actuales han sido reemplazadas por señales de vídeo digital (Kazovsky et al., 2011, p. 109).

**Figura 17.**

*Esquema general de una red PON*



*Nota.* Tomado de (Kazovsky et al., 2011)

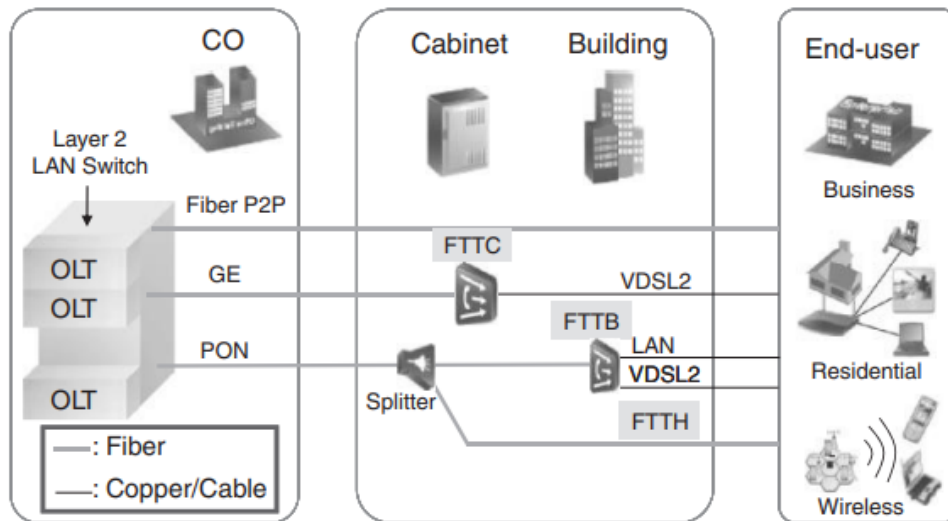
**4.3.3. Redes FTTX**

Las redes FTTX son arquitecturas de banda ancha que emplean fibra óptica en todo el trayecto de la red hasta el usuario final. Proporcionan velocidades de transmisión mejoradas consumiendo menos energía y permiten que la fibra llegue más cerca del usuario. Existen diversas variantes en las que X representa:

- FTTN (Fiber to the Node): Fibra hasta el nodo.

- FTTC (Fiber to the Curb): Fibra hasta la acera.
- FTTB (Fiber to the Building): Fibra hasta el edificio.
- FTTA (Fiber to the Antenna): Fibra hasta la antena.
- FTTH (Fiber to the Home): Fibra hasta el hogar.

**Figura 18.**  
*Arquitectura de una red de acceso óptico*

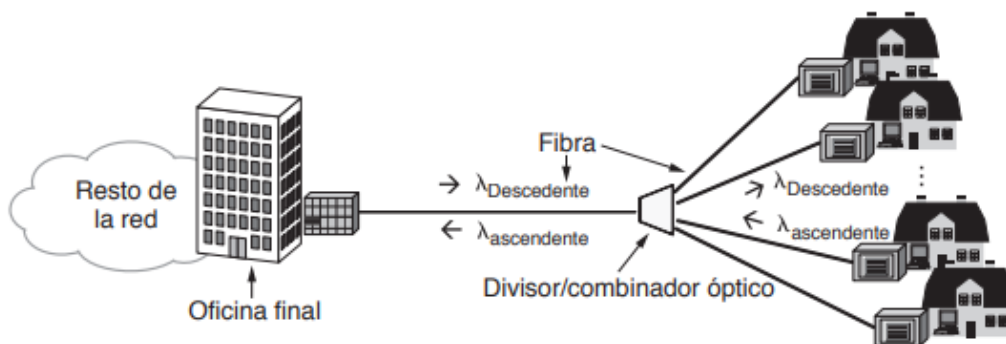


*Nota.* Tomado de (Kazovsky et al., 2011)

#### 4.3.3.1. Red FTTH.

Es una tecnología de red que utiliza cables de fibra óptica para conectar directamente hogares o empresas y proporcionar servicios de voz, vídeo y datos. FTTH puede ofrecer mayor capacidad que las tecnologías competidoras basadas en el cobre, debido a la alta capacidad de la fibra óptica (Kreiser, 2003, p. 302)

**Figura 19.**  
*Red óptica pasiva utilizada en la fibra hasta el hogar*



*Nota.* Tomado de (Tanenbaum & Wetherall, 2012)

Los cables de fibra óptica se extienden desde la estación principal de la red hasta la roseta óptica situada en el domicilio del abonado. Proporciona el mayor ancho de banda de transmisión, pero también requiere mayor inversión, ya que requiere cableado desde la estación principal hasta el abonado. Al desplegar redes FTTH, se pueden distinguir directamente dos tipos principales de arquitectura (Ramírez, 2019).

*Punto a Punto (P2P)*: Este tipo de arquitecturas pretende diseñar una red basada en conexiones dedicadas desde la oficina central a cada abonado, de modo que cada uno disponga de su propio medio de transmisión sin tener que compartirlo con otro abonado (Ramírez, 2019).

**Figura 20.**  
*Arquitectura P2P*



*Nota.* Tomado de (Garcia, 2023)

*Punto a Multipunto (P2MP)*: La base fundamental de las redes FTTH reside en la arquitectura punto a multipunto. Utilizan divisores ópticos pasivos para dividir la señal óptica entrante de una fibra en múltiples fibras de salida. Esto permite prestar servicios a múltiples abonados utilizando una sola fibra procedente del punto central (Ordinola, 2021).

**Figura 21.**  
*Arquitectura P2MP*



*Nota.* Tomado de (Garcia, 2023)



#### 4.3.3.1.1. Elementos de la red FTTH.

A continuación, se describen los elementos que componen la red FTTH.

*OLT*: Sirve como componente activo dentro de la red FTTH, actuando como eje central que conecta la red de distribución con varios dispositivos ONU. Está equipada tanto con una tarjeta de gestión y control, como con una tarjeta PON (García, 2021).

*ODF*: Es un elemento pasivo instalado en el NOC (Centro de operaciones de la red) principal montado en rack, que permite distribuir las fibras ópticas principales, facilitando la interconexión de la planta externa con la OLT. Existen varios modelos de ODF, que van desde 12 hasta 96 fibras, distribuidas en una bandeja de 12 hilos (García, 2021).

#### Figura 22.

*Distribuidor de fibra óptica*



*Nota.* Autor

*Divisores ópticos*: Es un componente pasivo, que facilita la distribución y división de una señal óptica en múltiples salidas, que pueden ser 2,4, 8, 16, 32 y 64, y se conectan a todos los clientes asociados a un puerto en la OLT (García, 2021).

#### Figura 23.

*Splitter óptico*



*Nota.* Tomado de (FibraAmérica, 2022)

*Caja de empalme*: Es un componente pasivo que nos permite colocar empalmes de fusión y disponerlos en bandejas de empalme; su finalidad principal es proteger los empalmes realizados (García, 2021).

**Figura 24.**  
*Manga de empalme tipo domo*



*Nota.* Autor

*Caja terminal (NAP):* Las cajas NAP (Punto de Acceso a la Red) son dispositivos pasivos utilizados para la distribución de la señal en redes FTTH, facilitando la transición de la red de alimentación óptica a la red de acceso del usuario. Contienen divisores ópticos secundarios (1x8, 1x16, 1x32) y pueden instalarse fácilmente en postes o en el interior y exterior de edificios (García, 2021).

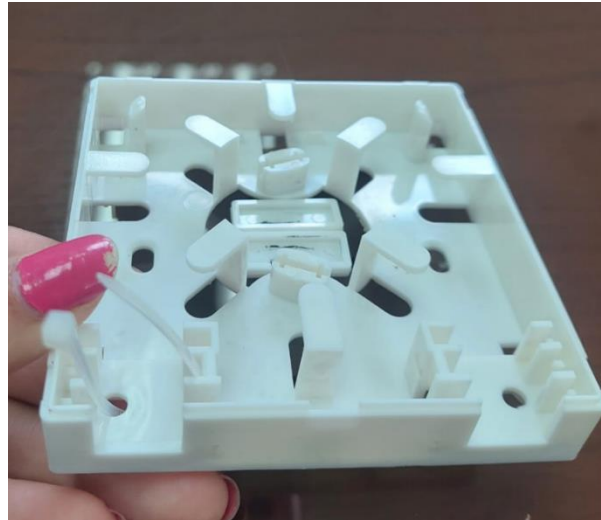
**Figura 25.**  
*NAP de 8 puertos certificada por CNT*



*Nota.* Autor

*Roseta óptica:* Es un elemento pasivo, que sirve como componente final de la red FTTH, donde termina el cable de bajada. Se instala en el domicilio del abonado, concretamente en la pared más cercana a la ubicación de la ONT u ONU (Ramírez, 2019).

**Figura 26.**  
*Roseta óptica*



*Nota. Autor*

*ONT:* Ubicada en la residencia del cliente, y es el punto de enlace de la red óptica. Transforma la señal óptica de la OLT y facilita la comunicación entre el usuario y los servicios de telecomunicaciones (Borbor & Malavé, 2023).

## 5. Metodología

### 5.1. Área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja, específicamente en el bloque 2, en el laboratorio de Antenas y Telecomunicaciones que se encuentra ubicado en el tercer piso.

### 5.2. Planificación de las prácticas

Las prácticas de laboratorio partieron de la recopilación del sílabo de la asignatura de comunicaciones ópticas, en el que se muestran los temas a tratar en cada unidad. En colaboración con la Técnico Docente del laboratorio de Antenas y Telecomunicaciones, y los equipos disponibles en el laboratorio se planificó el desarrollo de seis prácticas de laboratorio.

La Unidad 1 profundiza en los componentes fundamentales de las comunicaciones ópticas, donde se trata conceptos matemáticos y geométricos que permiten comprender los principios de la transmisión de la luz y su comportamiento en medios confinados. Por ello, se han incluido prácticas de laboratorio al culminar la Unidad, como se indica en la Tabla 1.

En la Tabla 1 se muestra la distribución de cada práctica a cada unidad de acuerdo al sílabo de la asignatura.

**Tabla 1.**

*Distribución de las prácticas*

Prácticas	Estado	Sílabo	Horas
Práctica N 1		Unidad 1	
Introducción a la fibra óptica.	Desarrollada	Elementos básicos de las comunicaciones ópticas.	2
Práctica N 2		Unidad 2	
Fusión de fibra óptica.	Actualizada	Sistemas de ondas de luz.	2
Práctica N 3		Unidad 2	
Atenuación óptica.	Actualizada	Sistemas de ondas de luz.	2
Práctica N 4		Unidad 2	
Enlace de fibra óptica con tecnología WDM.	Actualizada	Sistemas de ondas de luz.	2
Práctica N 5		Unidad 3	
	Desarrollada		2

Armado de una roseta óptica para instalaciones en planta interna.		Instalaciones de fibra óptica.	
Práctica N 6			
Introducción al uso del Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR).	Desarrollada	Unidad 3 Instalaciones de fibra óptica.	2

*Nota.* Autor

### 5.3. Hardware y software

Esta sección se enfoca en describir las especificaciones técnicas de los equipos ópticos utilizados en el laboratorio, con el objetivo de familiarizar a los estudiantes con el manejo adecuado y el uso de estos equipos.

La Tabla 2 proporciona información sobre los equipos ópticos disponibles en el laboratorio. Estos equipos son utilizados para el desarrollo de las guías de prácticas de laboratorio.

**Tabla 2.**

*Inventario de los equipos del laboratorio*

Cantidad	Equipo	Modelo
1	Fusionadora	FiberFox Mini 5C
1	Optical Power Meter (OPM)	AUA-9 OPM-9
1	OPM Proskit	MT-7602
1	Localizador visual de fallas (VFL)	AUA-H10
2	Convertidor de medios WDM	TL-FC311A-20 TL-FC311B-20
2	Conversor O/E	OPTFOCUS
1	Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR)	TriBrer APL-2

*Nota.* Autor

### 5.3.1. Fusionadora FiberFox mini 5C

**Tabla 3.**

*Especificaciones técnicas de la fusionadora FiberFox mini 5C*

<b>Equipo</b>	
Fusionadora FiberFox mini 5C	
<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
Método de empalme	Alineación por núcleo
Pérdida promedio	SM(0.02dB) / MM(0.01dB) / DS(0.04dB) / NZDS(0.04dB) / G.567(0.02dB)
Pérdida de retorno	>> 60dB
Tiempo de empalme	9s promedio SM / SM 7s en modo “Quick”
Vida útil de electrodos	> 3,500 arcos SM (IYU-TU.625), MM(ITU-TU.651), DS (ITU-T G653), NZDS (ITU-T G655), G657A, G657B
Fibras aplicables	0.25mm, 0.9mm, 2.0mm,2.4mm, 3.0mm, FLAT (cable indoor)
Longitud cortada	Diámetro de revestimiento >0.25mm=8-16mm, Diámetro de revestimiento >0.25mm = 16mm mínimo
Diámetro de revestimiento	100 - 1,000um 80 - 150um
Termo contraíble	40mm, 60mm, conector SOC
Batería	200 ciclos típico (empalme + hornilla) por batería / incluye 2 baterías

Fuente de alimentación	AC 100-240V entrada DC 9-14V
Monitor	Display Color 4.3" LCD táctil (con protección de vidrio templado)
Cámaras	Sistema de 2 cámaras CCD
Presentación de fibras	X/Y o XY; X, Y individual
Peso	1.39Kg sin Batería y 1,81Kg con Batería
Tamaño	139mm X 123mm X 130mm

*Nota.* Tomado de (Fiber Fox, n.d.)

### 5.3.2. Medidor de potencia óptica (OPM)

**Tabla 4.**

*Especificaciones técnicas del medidor de potencia óptica*



#### Equipo

OPM

Características	Descripción
Longitud de onda de calibración (nm)	800 - 1700
Tipo de detector	InGaAs
Rango de medición (dBm)	-70+10
Tipo de fibra	G652D/G657A1/G657A2
Resolución de pantalla (dB)	0.03
ID de onda nm	850, 980, 1300, 1310, 1490, 1550, 1625
Conector	SC / FC / ST


Temperatura de funcionamiento (°C)	-10(°C) +60
Dimensión (mm)	190*100*48
Peso (g)	300

Nota. Tomado de (APNP Technology, n.d.)

### 5.3.3. OPM Proskit MT-7603

**Tabla 5.**

*Especificaciones técnicas del Proskit MT-7602*

<p><b>Equipo</b> Proskit MT-7602</p>	
<p><b>Características</b></p> <p>Rango de medición</p> <p>Longitud de onda calibrada</p> <p>Resolución</p> <p>Exactitud</p> <p>Frecuencia de identificación</p> <p>Tipo de detector</p> <p>Adaptador óptico</p> <p>Tipo de fibra de aplicación</p> <p>Rango de respuesta</p> <p>VFL</p>	<p><b>Descripción</b></p> <p>-70dBm ~ + 10dBm</p> <p>850, 1300, 1310, 1490, 1550, 1625 nm</p> <p>+6 ~ -60dBm (0.01dB) / -60~ -70dBm(0.1dB)</p> <p>(1550nm, 1330nm) ± 0.2dB/ (1490, 1625, 1650) ± 0.3dB (850nm, 980nm, 1330nm) 0.4dB</p> <p>270Hz, 1kHz, 2kHz</p> <p>InGaAs</p> <p>FC / UPP</p> <p>9/125um ~ 62.5/125um</p> <p>700 – 1700 nm</p> <p>6550nm ± 20nm, 1mW, 2.5mm universal</p>



Cable de red/ cable telefónico	Cable LAN UTP (8P8C), cable de telecomunicaciones (6P2C/6P4C/6P6C)
Temperatura de funcionamiento (°C)	-10(°C) +60
Dimensión (mm)	190*100*48
Peso (g)	300

*Nota.* Tomado de (User Guide MT-7602, n.d.)

#### 5.3.4. Localizador visual de fallas (VFL)

**Tabla 6.**

*Especificaciones técnicas del VFL*

<p><b>Equipo</b> VFL</p>	
<p><b>Características</b></p> <p>Potencia óptica de salida</p> <p>Longitud de onda de salida</p> <p>Adaptador de fibra óptica</p> <p>Temperatura de servicio</p> <p>Temperatura de almacenamiento</p> <p>Tipo de batería</p> <p>Duración de batería</p> <p>Forma</p> <p>Peso</p>	<p><b>Descripción</b></p> <p>&gt; 10mW</p> <p>650nm ± 10nm</p> <p>Conector universal</p> <p>0 ~+60°C</p> <p>-20 ~+70°C</p> <p>2 baterías AA 1.5 V</p> <p>&gt; 13 horas</p> <p>17.5x2x2cm</p> <p>85g</p>

*Nota.* Tomado de (*Localizador Visual de Fallas 10mW*, n.d.)


#### 5.3.5. Convertidores de medios WDM

Los equipos F-Engine OL100 disponibles en el laboratorio no están en condiciones óptimas de uso, por ello fue necesario adquirir nuevos equipos: TL-FC311A-20 y TL-FC311B-20, , los

cuales reposan (o se dejaron) en el laboratorio de Antenas y Telecomunicaciones para que sean usados en las prácticas.

**Tabla 7.**


*Especificaciones técnicas del convertidor de medios WDM*

<p><b>Equipo</b> Convertidores de medios WDM</p>		
<b>Características</b>	<b>TL-FC311A-20</b>	<b>TL-FC311B-20</b>
Estándares	IEEE 802.3, IEEE 802.3i, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z	
LED	PWR, Link/Act	
Conector	1 fibra óptica SC; 1 RJ45 jack	
Par trenzado	100BASE-Tx: UTP/STP de 2 pares de Cat. 5 o superior ( $\leq 100$ m)	
Par trenzado	1000BASE-Tx: UTP/STP de 4 pares de Cat. 5e o superior ( $\leq 100$ m)	
Fibra	Fibra monomodo de 9/125 $\mu\text{m}$	
Distancia de transmisión	$\leq 20$ km	$\leq 20$ km
Longitud de onda	1550 nm Tx, 1310 nm Rx	1310 nm Tx, 1550 nm Rx
Alimentación	Adaptador de corriente externo: 5 V/0,6 A	
Temperatura de funcionamiento	0°C a 50°C (de 32°F a 122°F)	
Temperatura de almacenamiento	-40°C a 70°C (de -40°F a 158°F)	

*Nota.* Tomado de (TP-Link, n.d.)

### 5.3.6. OTDR APL-2

**Tabla 8.**  
*Especificaciones técnicas del OTDR*

<p><b>Equipo</b> OTDR APL-2</p>	
<p><b>Características</b></p>	<p><b>Descripción</b></p>
<p>Display</p>	<p>Pantalla en color de 7 pulgadas con una resolución de 1024 * 600</p>
<p>Tipo de fibra</p>	<p>PON monomodo</p>
<p>Rango dinámico</p>	<p>36/34/34dB</p>
<p>Zona muerta de eventos (EDZ)</p>	<p>1.5m</p>
<p>Zona muerta de atenuación (ADZ)</p>	<p>4.0m</p>
<p>Longitud de onda (nm)</p>	<p>1310/1490/1550 o 1310/1550/1625</p>
<p>Ancho de pulso</p>	<p>5ns,10ns,25ns,50ns,100ns,250ns,500ns,1µs,2.5µs,5µs,10µs ,20µs</p>
<p>Precisión de la distancia</p>	<p>(0,8+0,005% * Distancia de prueba + Resolución)</p>
<p>Resolución</p>	<p>0.001dB</p>
<p>Mín. Distancia Resolución</p>	<p>0.1m</p>
<p>Localizador visual de fallas (VFL)</p>	<p>1mW (0 dBm)</p>

Medidor de potencia óptica (OPM)	Rango T: +8~-70dBm (por defecto) o Rango* C: +26~-50dBm (Opcional)
OPM Longitud de onda (nm)	850/1300/1310/1490/1550/1625
Resolución de la pantalla OPM	±0.1dBm
Identificación OPM MOD	La modulación es estándar
Conector Adaptador	FC/PC (850/1300/1310/1550), FC/APC (1625) o adaptador intercambiable SC (Opcional: adaptadores intercambiables ST, LC)
Almacenamiento de datos	>10000 resultados (tarjeta SD de 1 GB incluida)
Fuente láser estabilizada (SLS)	SLS incorporada de serie
Puertos de salida	2X USB, 1X toma de audífono, RJ 45 10/100M, 1X puerto serie
Tamaño (mm)	240*170*70mm
Peso (kg)	1.55
Temperatura de almacenamiento/funcionamiento/ Humedad relativa	-20°C a 60°C/ -10°C a 50°C / < 90%HR
Fuente de alimentación, tiempo de funcionamiento	7,4V/5200mAH Baterías recargables de iones de litio, > 8h en funcionamiento (>15h en espera)

*Nota.* Tomado de (APL-2 Touch Screen Optical Time Domain Reflectometer, n.d.)

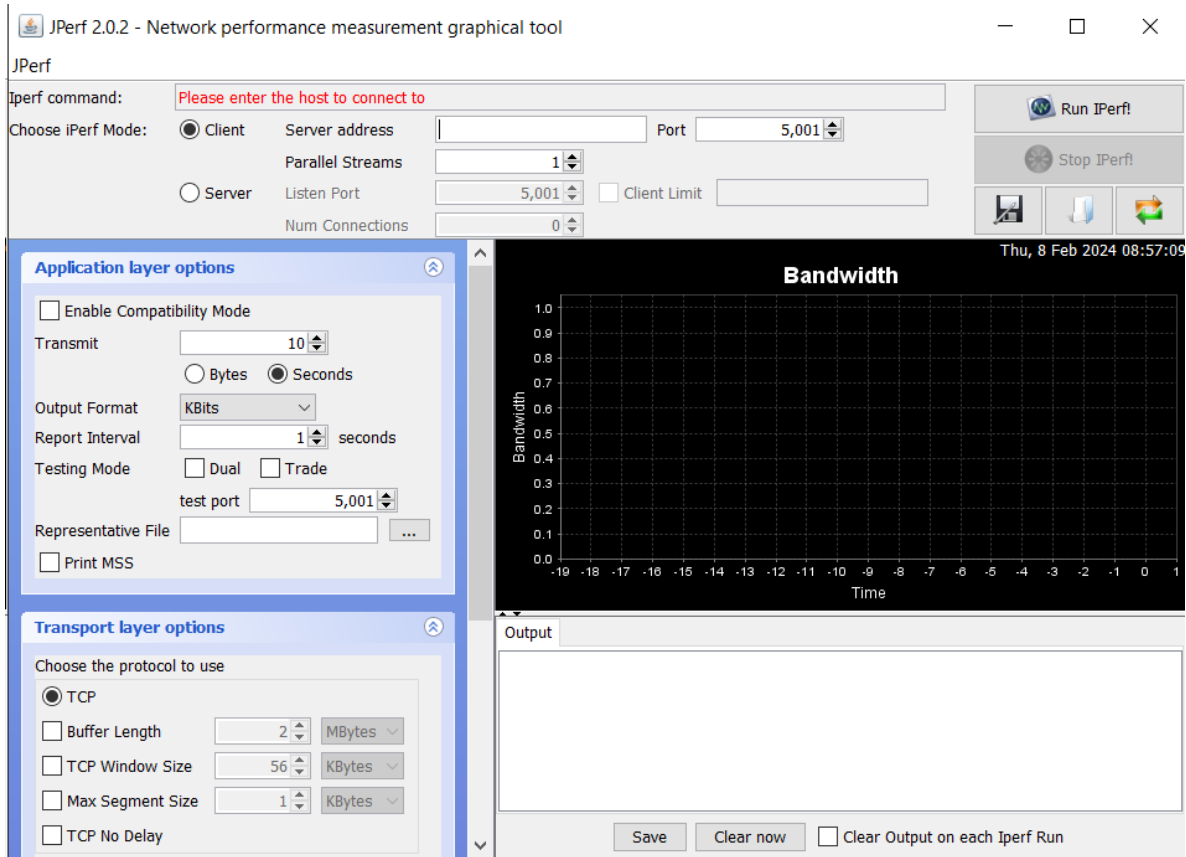
A continuación, se indican las herramientas de software utilizadas en las prácticas de laboratorio.

### 5.3.7. JPerf

Es una herramienta de software que mide el rendimiento del tráfico en un segmento de red LAN específica. Esta prueba se puede utilizar para diagnosticar problemas de la red, como congestión, degradación o problemas físicos con los elementos de la red. También puede usarse en entornos de LAN inalámbrica. Lo que permite evaluar la calidad de la señal desde el punto de

acceso al ordenador, ayudándonos a determinar si es necesario un cambio de canal, un aumento de potencia o incluso añadir un repetidor o extensor LAN (Telectronika, 2018).

**Figura 27.**  
*Software JPerf*



*Nota.* Autor

### **Modo Cliente**

Para configurar el modo cliente, se deberá elegir *Chosee IPerf mode: Client* en la máquina elegida para funcionar como cliente (Telectronika, 2018).

*Server Address:* Colocar la dirección IP del servidor.

*Port:* Especificar el puerto al que se enviará el flujo de prueba.

*Parallel Streams:* Eligir el número de flujos de prueba para el cliente.

### **Modo Servidor**

Para configurar el modo servidor, debe seleccionar *Chosee IPerf mode: Server* en la máquina seleccionada para funcionar como servidor (Telectronika, 2018).

*Listen Port:* Este es el puerto donde se recibirán los paquetes de medidas. Se recomienda dejarlo como valor predeterminado. Si tiene problemas, puede utilizar otro puerto desbloqueado. Para comprobar el estado de su puerto, puede utilizar la herramienta nmap.

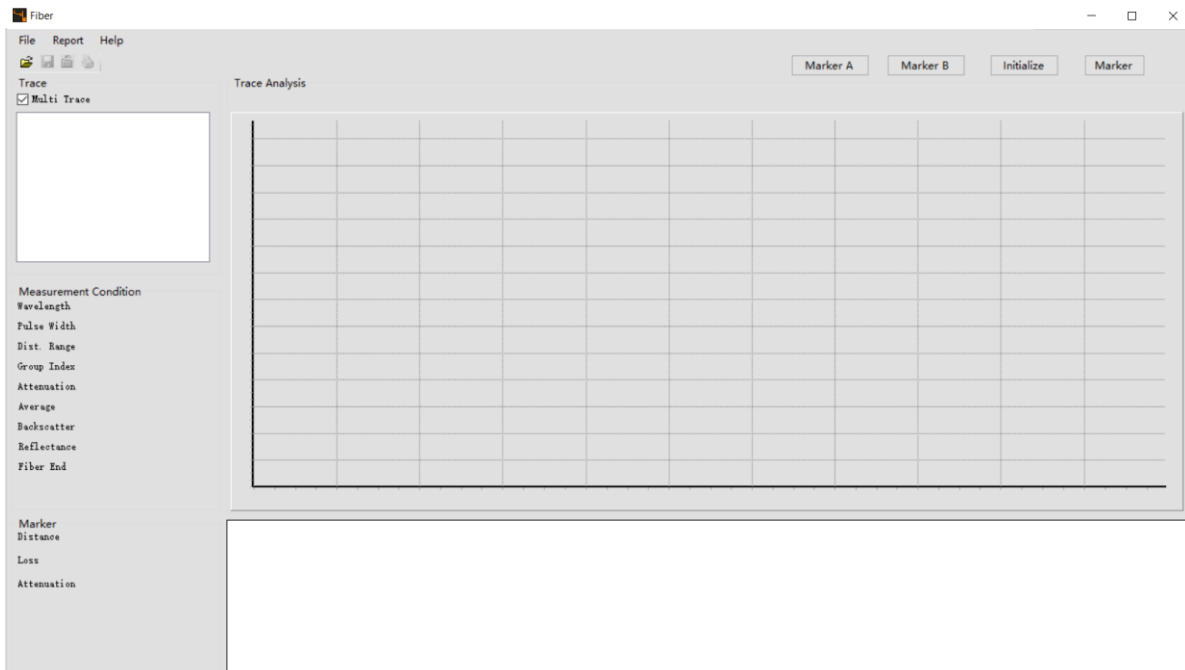
*Num Connectios:* Permite crear el número máximo de conexiones que el servidor puede admitir. Por defecto, está configurado en 1.

*Report Interval:* Permite configurar el intervalo de muestreo para generar gráficos de capacidad de tráfico.

### 5.3.8. *Fiber Viewer*

Es una herramienta de software que permite leer y analizar datos de medición de archivos SOR del equipo OTDR. Además, incluye una opción de *Report*, que es una función muy beneficiosa para documentar y proporcionar una visión clara de la calidad de la conexión.

**Figura 28.**  
*Software Fiber Viewer*

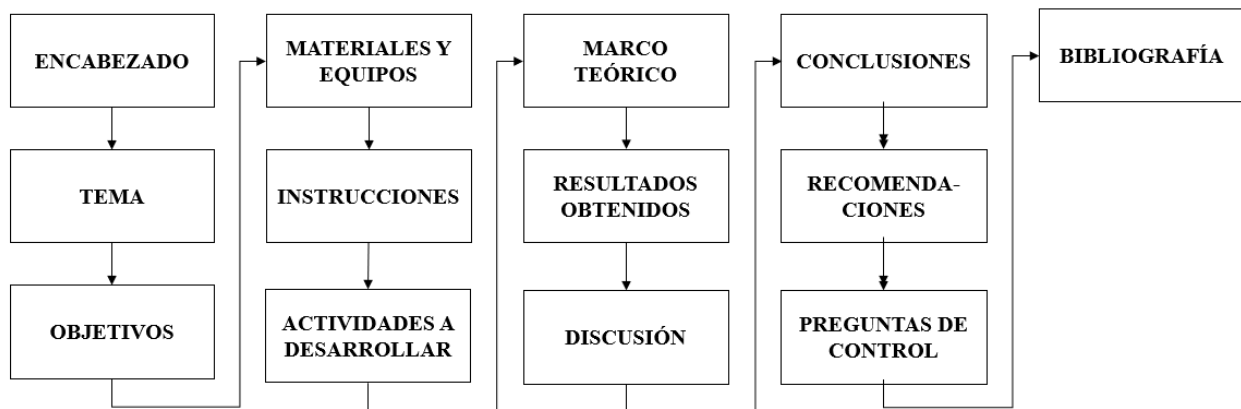


*Nota.* Autor

## 5.4. Estructura de prácticas

La estructura de las prácticas de laboratorio se siguió de acuerdo al formato existente en el laboratorio de Antenas y Telecomunicaciones, tal como se muestra en la Figura 29.

**Figura 29.**  
Estructura de las prácticas de laboratorio



Nota. Autor

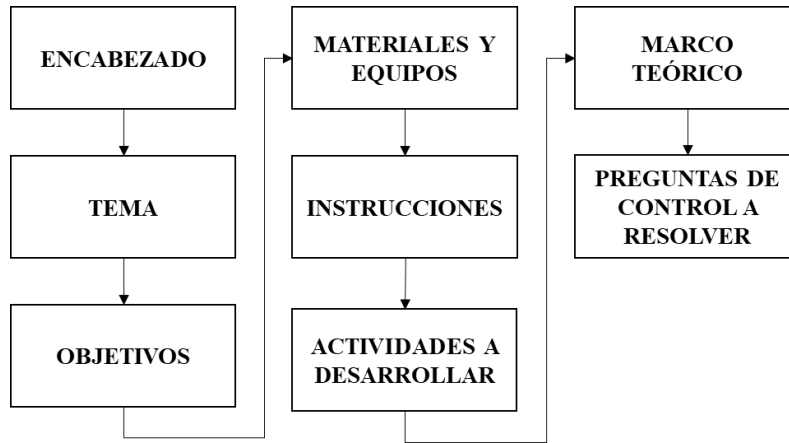
Las prácticas de laboratorio se componen de tres fases principales: la guía de práctica, el preparatorio de la práctica y el informe de la práctica de laboratorio. Cada fase consta de diferentes elementos. A continuación, se detalla una de ellas.

En la guía de práctica de laboratorio, se abordan diversos elementos (ver Figura 30), tales como:

- Encabezado: Se establece el tiempo de la práctica y el número de estudiantes por grupo.
- Tema: Es el contenido que se tratará durante la práctica.
- Objetivos: Se establecen los objetivos a alcanzar durante la práctica.
- Materiales y equipos: Son aquellos que se van a utilizar en la práctica.
- Instrucciones: Se refieren a las instrucciones para ingresar al laboratorio y como interactuar en el mismo.
- Actividades a desarrollar: Son las actividades que los estudiantes deberán seguir para desarrollar la práctica.
- Marco teórico: Se establecen temas importantes para que los estudiantes se familiaricen con la práctica.
- Preguntas de control: Se plantean preguntas de control que deberán ser resueltas por los estudiantes

La guía de práctica será compartida a los estudiantes por el docente a cargo.

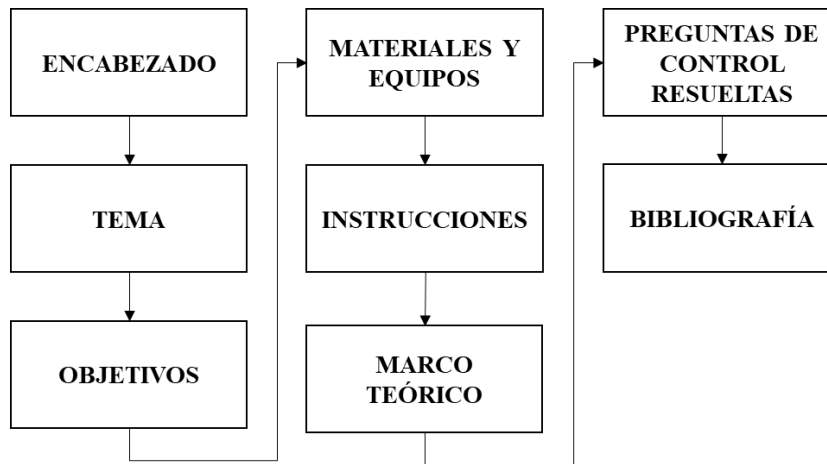
**Figura 30.**  
Estructura de la guía de la práctica de laboratorio



Nota. Autor

El preparatorio de la práctica de laboratorio deberá ser entregado por los estudiantes como requisito para realizar la práctica. Este preparatorio incluirá el desarrollo del marco teórico con sus respectivas citas, las preguntas de control resultas y la bibliografía utilizada (ver Figura 31).

**Figura 31.**  
Estructura del preparatorio de la práctica de laboratorio

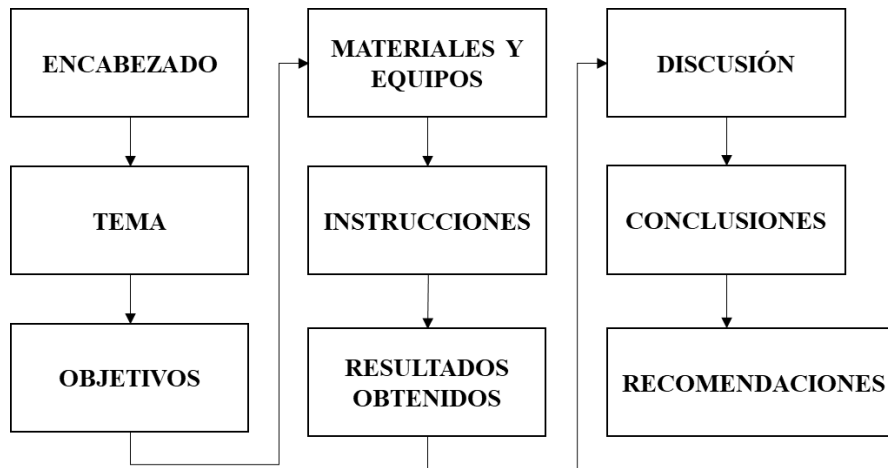


Nota. Autor

El informe de la práctica de laboratorio deberá abarcar los resultados obtenidos que se obtuvieron durante el desarrollo de la práctica de laboratorio, discusión, conclusiones y recomendaciones (ver Figura 32).



**Figura 32.**  
*Estructura del informe de la práctica de laboratorio*



*Nota.* Autor

## 6. Resultados

### 6.1. Resultados de la práctica N1

La práctica N1 se implementó satisfactoriamente, cuyos resultados obtenidos se presentan en la tabla 9. Los estudiantes obtendrán habilidades prácticas, técnicas e investigativas en el manejo de herramientas manuales para fibra óptica, tales como: peladora de fibra óptica (3 ranuras), peladora de cable drop y cortadora de fibra óptica. Estas herramientas sirven para el armado de conectores mecánicos, el cual se realizó de manera exitosa.

**Tabla 9.**

*Resultados de la práctica de laboratorio N1*

<b>Tema</b>	Introducción al manejo de Fibra Óptica.
<b>Habilidades prácticas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Manipulación de conectores y cables de fibra óptica.</li></ul>
<b>Habilidades técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Manejo de herramientas manuales de fibra óptica.</li><li>• Preparación de fibra óptica: técnicas de corte, técnicas de pelado y técnicas de limpieza.</li><li>• Manejo de conectores ópticos.</li><li>• Manejo de equipos de verificación.</li><li>• Montaje de un conector mecánico.</li></ul>
<b>Habilidades investigativas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigación de tipos de conectores de fibra óptica.</li><li>• Descripción de los procedimientos para el armado adecuado de un conector mecánico, desde la preparación de la fibra hasta la terminación y verificación.</li><li>• Investigación de herramientas para la manipulación de fibra óptica.</li><li>• Investigación de equipos para la verificación del correcto armado de un conector mecánico.</li></ul>

*Nota.* Autor

### 6.2. Resultados de la práctica N2

La práctica N2 se implementó satisfactoriamente, cuyos resultados obtenidos se presentan en la tabla 10. Los estudiantes obtendrán habilidades prácticas, técnicas e investigativas en el proceso de fusión de fibra óptica.

Además, los estudiantes lograrán una comprensión sólida de los fundamentos de la fusión de fibra óptica, así como familiarizarse con el funcionamiento de la fusionadora para llevar a cabo de manera efectiva el proceso de fusión de fibra óptica.

**Tabla 10.**

*Resultados de la práctica de laboratorio N2*

Tema	Fusión de Fibra Óptica.
<b>Habilidades prácticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulación de cables de fibra óptica.</li> </ul>
<b>Habilidades técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de herramientas manuales de fibra óptica.</li> <li>• Preparación de fibra óptica: técnicas de corte, técnicas de pelado y técnicas de limpieza.</li> <li>• Configuración y operación de la fusionadora.</li> <li>• Interpretación de los resultados proporcionados por la fusionadora.</li> <li>• Manejo de equipos de comprobación.</li> </ul>
<b>Habilidades investigativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación de tipos de empalmes de fibra óptica.</li> <li>• Investigación y comprensión de los conceptos básicos de la fusión de fibra óptica.</li> <li>• Investigación del funcionamiento de la fusionadora para llevar a cabo el proceso de fusión.</li> <li>• Investigación de herramientas para la manipulación de fibra óptica.</li> <li>• Investigación de los equipos de comprobación para inspeccionar la calidad de la fusión de fibra óptica.</li> </ul>

*Nota. Autor*

### **6.3. Resultados de la práctica N3**

La práctica N3 se implementó satisfactoriamente, cuyos resultados obtenidos se presentan en la tabla 11. Los estudiantes obtendrán habilidades prácticas, técnicas e investigativas en la medición de potencia óptica.

Se emplearon atenuadores ópticos para facilitar a los estudiantes una comprensión de los principios teóricos de la atenuación óptica y su repercusión en la intensidad de la señal. Así mismo

el uso de transceivers SFP y convertidores de medios permitió a los estudiantes adquirir conocimientos prácticos.

**Tabla 11.**

*Resultados de la práctica de laboratorio N3*

<b>Tema</b>	<b>Atenuación Óptica.</b>
<b>Habilidades prácticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulación y conexión de atenuadores ópticos y transceivers SFP.</li> <li>• Manipulación y conexión de convertidores de medios.</li> <li>• Lectura de los valores de potencia óptica.</li> </ul>
<b>Habilidades técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de atenuadores ópticos.</li> <li>• Manejo de diferentes transceivers SFP, convertidores de medios y OPM.</li> <li>• Interpretación de los resultados del OPM.</li> <li>• Pruebas de medición de potencia óptica.</li> </ul>
<b>Habilidades investigativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación de los tipos de atenuadores ópticos.</li> <li>• Investigación de las especificaciones técnicas de los transceivers SFP y convertidores de medios.</li> <li>• Investigación del proceso de conversión de señales ópticas a eléctricas y viceversa.</li> <li>• Investigación del funcionamiento del equipo OPM.</li> </ul>

*Nota.* Autor

#### **6.4. Resultados de la práctica N4**

La práctica N4 se implementó satisfactoriamente, cuyos resultados obtenidos se presentan en la tabla 12. Los estudiantes obtendrán habilidades prácticas, técnicas e investigativas en la realización de un enlace de fibra óptica con tecnología WDM. Además, se empleó una cámara IP para verificar la eficiencia de la transmisión de imágenes a través de la fibra óptica.

**Tabla 12.**

*Resultados de la práctica de laboratorio N4*

<b>Tema</b>	<b>Enlace de fibra óptica con tecnología WDM.</b>
<b>Habilidades prácticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulación y conexión de equipos WDM.</li> <li>• Conexión de cables de fibra óptica y UTP.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulación y conexión de cámaras IP.</li> </ul>
<b>Habilidades técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de convertidores de medios con tecnología WDM.</li> <li>• Configuración de una red LAN.</li> <li>• Montaje de un enlace de fibra óptica.</li> <li>• Configuración de cámaras IP.</li> <li>• Instalación y configuración del software JPerf.</li> <li>• Interpretación de resultados generados por JPerf.</li> </ul>
<b>Habilidades investigativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación de la tecnología WDM.</li> <li>• Investigación de las especificaciones técnicas de los convertidores de medios WDM.</li> <li>• Investigación sobre la saturación de canales en enlaces de fibra óptica.</li> <li>• Descripción del procedimiento para realizar un enlace de fibra óptica.</li> </ul>

*Nota.* Autor

### **6.5. Resultados de la práctica N5**

La práctica N5 se implementó satisfactoriamente, cuyos resultados obtenidos se presentan en la tabla 13. Los estudiantes obtendrán habilidades prácticas, técnicas e investigativas en el armado de una roseta óptica para instalaciones en planta interna.

Además, los estudiantes podrán identificar los elementos de planta interna, los cuales incluyen cables de fibra óptica, conectores, pigtails, patch cords, adaptadores y rosetas ópticas. Cada uno de estos elementos desempeñará un papel esencial en el armado de una roseta óptica.

**Tabla 13.**

*Resultados de la práctica de laboratorio N5*

<b>Tema</b>	Armado de una roseta óptica para instalaciones en planta interna.
<b>Habilidades prácticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulación y conexión de adaptadores de fibra óptica.</li> <li>• Conexión de cables de fibra óptica.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armado físico de una roseta óptica.</li> <li>• Organización del cableado en la roseta óptica.</li> </ul>
<b>Habilidades técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de herramientas manuales de fibra óptica.</li> <li>• Manejo de conectores ópticos.</li> <li>• Realización de empalmes por fusión.</li> <li>• Manejo de equipos de comprobación.</li> </ul>
<b>Habilidades investigativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación de los elementos de planta interna.</li> <li>• Descripción del proceso para el armado de una roseta óptica.</li> </ul>

*Nota.* Autor

### **6.6. Resultados de la práctica N6**

La práctica N6 se implementó satisfactoriamente, cuyos resultados obtenidos se presentan en la tabla 14. Los estudiantes obtendrán habilidades prácticas, técnicas e investigativas en el uso de OTDR.

Además, los estudiantes adquirirán la capacidad para realizar mediciones de fibra óptica con OTDR; preparación y configuración del equipo OTDR, conexión de fibra óptica, inicio de la medición, análisis de los eventos y reporte por cada medición.

**Tabla 14.**

*Resultados de la práctica de laboratorio N6*

<b>Tema</b>	Introducción al uso del Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR).
<b>Habilidades prácticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulación del OTDR.</li> <li>• Manipulación y conexión de la bobina de lanzamiento.</li> <li>• Conexión de cables de fibra óptica al ODF rackeable.</li> </ul>
<b>Habilidades técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración y operación del OTDR.</li> <li>• Instalación y configuración del software Fiber Viewer.</li> <li>• Identificación de los eventos del OTDR.</li> <li>• Interpretación de las trazas del OTDR.</li> </ul>

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaboración de reportes por cada medición.</li></ul>
<b>Habilidades investigativas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigación de las especificaciones técnicas del OTDR.</li><li>• Investigación sobre el uso de la bobina de lanzamiento para mediciones con OTDR.</li><li>• Investigación de los tipos de eventos identificados por el OTDR.</li></ul>

---

*Nota.* Autor

## 7. Discusión

En el presente trabajo se llevó a cabo una revisión y actualización de las prácticas existentes en la asignatura de Comunicaciones Ópticas. Este proceso consistió en mejorar las instrucciones paso a paso para desarrollar la práctica, la evaluación de los equipos disponibles en el laboratorio, incorporación de mejoras o elementos adicionales, así como modificaciones en su contenido. Con el objetivo de facilitar una mejor comprensión y aplicación de los conceptos teóricos en un contexto práctico. El siguiente paso fue la elaboración de nuevas guías para prácticas de laboratorio, las cuales pasaron por un proceso de evaluación realizada por la Técnico Docente del laboratorio. Una vez validadas, las guías propuestas fueron implementadas.

Como resultado, se actualizaron, diseñaron e implementaron seis prácticas de laboratorio. Estas prácticas fueron desarrolladas siguiendo el formato establecido por el laboratorio para la elaboración de la guía, preparatorio e informe de cada práctica. De las cuales, tres prácticas son nuevas, es decir, se han incluido contenidos nuevos. Las tres prácticas restantes se han actualizado. Las prácticas abordan las temáticas: elementos básicos de las comunicaciones ópticas en la práctica 1, sistemas de ondas de luz en las prácticas 2, 3 y 4 e instalaciones de fibra óptica en las prácticas 5 y 6.

En la primera práctica se emplearon las herramientas más comunes en el manejo de fibra óptica, lo cual permitió llevar a cabo el proceso de armado del conector mecánico. Para ello se definieron algunas etapas: preparación de la fibra, preparación del conector, inserción de la fibra en el conector, fijación de la fibra en el conector y pruebas de verificación.

En la segunda práctica se llevaron a cabo los pasos básicos para lograr la fusión de fibra óptica de manera eficiente. Esto implicó el uso adecuado de las herramientas para garantizar una conexión precisa con pérdidas mínimas; en donde el uso adecuado de la fusionadora es fundamental para lograr una fusión de fibra óptica precisa. Logrando una fusión de fibra óptica de 0.00dB de pérdida.

En la tercera práctica se identificaron los diferentes atenuadores de fibra óptica fijos, entre los cuales se incluye el atenuador SC/UPC y LC/UPC. Además, se logró manipular y comprender el funcionamiento de los diferentes transceivers SFP que trabajan en longitudes de onda de 1310 nm y 1550 nm para realizar mediciones de potencia óptica. Se verificó tanto en la teoría como en la práctica que un atenuador óptico reduce la potencia óptica.



En la cuarta práctica, se llevaron a cabo dos escenarios distintos de enlaces de fibra óptica. En el primer escenario, se llevó a cabo una saturación controlada del canal mediante el uso del software JPerf. Se incrementó el ancho de banda al enviar múltiples conexiones y flujos paralelos. En el segundo escenario, se estableció un enlace con una cámara IP, destacando la eficiencia de la transmisión de imágenes a través de la fibra óptica.

En la quinta práctica se identificaron los elementos de planta interna en una instalación de fibra óptica, entre los cuales se incluyen: cables de fibra óptica, conectores, pigtails, patch cords, adaptadores y rosetas ópticas. Cada uno de estos elementos desempeñó un papel fundamental para el armado de una roseta óptica.

En la sexta práctica se llevaron a cabo los pasos básicos para realizar mediciones de fibra óptica con OTDR; preparación y configuración del equipo OTDR, conexión de fibra óptica, inicio de la medición, análisis de los eventos y reporte por cada medición. Además, se utilizó una bobina de lanzamiento para reducir la zona muerta.

Los resultados obtenidos en este trabajo resaltan en la implementación de seis prácticas de laboratorio las cuales incluyen guías detalladas, preparatorios e informes completos con sus respectivas soluciones. Estas prácticas se llevaron a cabo utilizando equipos especializados en el campo de las comunicaciones ópticas, tales como la fusionadora, VFL, OTDR, OPM, convertidores de medios, transceivers, entre otros. La aplicación de cada equipo se basó en su aplicación práctica en escenarios reales, brindando a los estudiantes la oportunidad de adquirir habilidades prácticas y técnicas.

## 8. Conclusiones

- Las guías de prácticas de laboratorio existentes para Comunicaciones Ópticas se han revisado y actualizado en función del equipamiento disponible en el laboratorio de Antenas y Telecomunicaciones, que incluye equipos de fibra óptica como fusionadora, OTDR, OPM, VFL, etc. Este proceso de actualización proporciona a los estudiantes la oportunidad de adquirir habilidades mediante prácticas de laboratorio estructuradas.
- Se elaboraron un total de seis para prácticas de laboratorio, cada una con su respectiva guía, preparatorio e informe. Estas prácticas están diseñadas para complementar los temas del sílabo de la asignatura para el uso de los estudiantes y docentes de la carrera de Telecomunicaciones.
- Las guías de aprendizaje para el desarrollo de prácticas de laboratorio de Comunicaciones Ópticas fueron implementadas de manera satisfactoria y validadas por la Técnico Docente del laboratorio de Antenas y Telecomunicaciones. Estas prácticas proporcionan a los estudiantes conocimientos prácticos que abarcan una serie de habilidades, divididas en tres aspectos: habilidades prácticas, habilidades técnicas y habilidades de investigación.
- El desarrollo de habilidades prácticas en el campo de las comunicaciones ópticas implica la manipulación y conexión de equipos. Las habilidades técnicas abarcan la capacidad para manejar y configurar los equipos, técnicas de preparación de fibra óptica y la interpretación de datos y resultados. Las habilidades investigativas complementan la capacidad del estudiante para diseñar, recopilar y analizar datos mediante la elaboración del informe de las prácticas.

## 9. Recomendaciones

- Se recomienda revisar las especificaciones técnicas de los equipos que se utilizan en cada práctica para conocer su capacidad y parámetros configurables, para asegurar un uso óptimo y eficiente.
- Se recomienda manipular los equipos y cables con precaución, evitando el mal manejo y considerando las instrucciones proporcionadas en las guías para garantizar la seguridad de los estudiantes y equipos.
- Antes de comenzar una práctica, realizar pruebas de verificación en los equipos y los cables de fibra óptica para asegurar su correcto funcionamiento.
- Para evitar daños en la fibra óptica o conexiones defectuosas, se recomienda utilizar las herramientas adecuadas para llevar a cabo las prácticas.
- Mantener la fusionadora calibrada y llevar a cabo mantenimientos preventivos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante o el distribuidor del equipo.
- Se recomienda al estudiante documentar todas las actividades realizadas durante las prácticas para facilitar la comprensión de los conocimientos técnicos y al desarrollo de habilidades prácticas y técnicas y la revisión de los informes.

## 10. Bibliografía

- APL-2 Touch Screen Optical Time Domain Reflectometer. (n.d).  
<https://5.imimg.com/data5/CJ/SW/RA/SELLER-1792607/stanlay-apl-2-7-inch-multi-touch-screen-optical-time-domain-reflectometer.pdf>
- APNP Technology. (n.d.). *Optical-Tester*. <https://www.apnpotechnology.com/wp-content/uploads/2020/08/9-Optical-Tester.pdf>
- Borbor, B., & Malavé, B. (2023). *Desarrollar un Sistema de Redundancia con niveles de seguridad Pasivo-Óptica y enlaces de Radio Frecuencia (RF) para una convergencia en redes punto a punto y de Back Up*. <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/9528>
- Capmany, J., Martí, Javier., & Fraile-Peláez, F. Javier. (1999). *Dispositivos de comunicaciones ópticas*. Síntesis.
- Chomycz, B. (2001). *Instalaciones De Fibra Optica*.
- Fiber Fox. (n.d.). *fusionadora-fiberfox-mini-5c*.  
<https://fibromarket.com/fichas/fusionadoras/fusionadora-fiberfox-mini-5c.pdf>
- FiberMex. (2020). *¿Qué es una fusionadora óptica?* <https://fibremex.com/fibra-optica/views/Blog/detalle.php?id=86&nom=fusionadora-fibra-optica>
- FibraAmérica. (2022). *¿Qué es y para qué sirve el splitter óptico?*  
<https://fibramerica.com/2022/09/21/que-es-y-para-que-sirve-el-splitter-optico/>
- Finetelecom. (n.d.). *L925B Fibra Óptica Empalme Mecánico*. <https://es.ftfiber.com/fiber-cable-accessories/fast-connector/l925b-optical-fiber-mechanical-splicer.html>
- García, E. (2021). *Implementación de una Red FTTH para mejorar la calidad del servicio de Internet en el distrito de San Juan de Lurigancho, para la empresa Best Cable Perú SAC en el año 2021*. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4983>
- García, J. (2023). *Redes FTTH “Características y Diseño.”* <https://todofibraoptica.com/redes-ftth-caracteristicas-y-diseno/>
- Griffiths, J. (2019). *El internet global es alimentado por vastos cables submarinos, pero estos son vulnerables | CNN*. <https://cnnespanol.cnn.com/2019/07/26/internet-global-es-alimentado-por-vastos-cables-submarinos-pero-estos-son-vulnerables/>
- Kazovsky, L. G., Cheng, N., Shaw, W.-T., Gutierrez, D., & Wong, S.-W. (2011). *BROADBAND OPTICAL ACCESS NETWORKS*.
- Kreiser, G. (2003). *Optical Communications Essentials*.

- Localizador visual de fallas 10mW.* (n.d.). Retrieved December 12, 2023, from <https://tienda.ezfera.mx/productos/localizador-visual-de-fallas-10mw/>
- Moris. (2022). *¿Cuáles son los tipos de conectores en fibra óptica?* <https://forum.huawei.com/enterprise/es/%C2%BFcu%C3%A1les-son-los-tipos-de-conectores-en-fibra-%C3%B3ptica/thread/667233295617900544-667212883219591168>
- Ordinola, J. (2021). *Diseño de una red de FTTH utilizando tecnología GPON para el acceso de banda ancha en el distrito de Morropón.*
- Ramírez, S. (2019). *Diseño de una red de FTTH para el acceso de banda ancha en el condominio Galilea – Castilla, utilizando tecnología GPON.* <https://www.ccapitalia.net/descarga/teleco/2019-ramirez-disenoredftthcondominiogalileacastillaengpon.pdf>
- Real Optic. (2020). *Cable fibra óptica Híbrido.* <https://store.realoptic.com/mas-delgado-mas-ligero-flexible/>
- Ruiz, M. (2019). *Diseño de una red de fibra óptica fth para brindar el servicio de internet a los usuarios de la empresa redecom en el centro de la ciudad de Otavalo.* <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9006>
- Santillán, I. (2021). *Como clasificar un cable drop.* <https://comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/como-clasificar-un-cable-drop>
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2012). *Redes de computadoras.* Pearson Educación.
- Telectronika. (2018). *Jperf 2.0.2: Medidor de capacidad de tráfico de red.* <https://www.telectronika.com/descargas/jperf/>
- Tomasi, Wayne., Mata Hernandez, G., & González Pozo, V. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas.* Pearson Educación.
- TP-Link. (n.d.). *TL-FC311A-20 Convertidor de medios Gigabit WDM.* Retrieved December 4, 2023, from <https://www.tp-link.com/es/business-networking/accessory/tl-fc311a-20/#overview>
- Tse, B. (2020). *Active Optical Network and Passive Optical Network.* <https://www.linkedin.com/pulse/active-optical-network-passive-bella-tse>

## 11. Anexos

### Anexo 1. Silabo de la asignatura de comunicaciones ópticas



Universidad  
Nacional  
de Loja

<b>FACULTAD:</b>	FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
<b>CARRERA:</b>	TELECOMUNICACIONES
<b>MODALIDAD:</b>	PRESENCIAL
<b>CICLO:</b>	6
<b>PERÍODO ACADÉMICO ORDINARIO:</b>	Pregrado: período académico octubre 2023-marzo 2024 modalidad presencial. Régimen 2019

## SÍLABO DE LA ASIGNATURA COMUNICACIONES ÓPTICAS

<b>Responsable:</b>	Jimenez Peralta Franklin Gustavo
<b>Correo electrónico:</b>	franklin.g.jimenez@unl.edu.ec
<b>Dependencia para tutoría:</b>	Campus A, Bloque 4, Piso 2, Ambiente 3. "Sala de Docencia Carrera de Electrónica"

**2023**

## 1. DATOS GENERALES DE LA ASIGNATURA

- 1.1. DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS  
 1.2. CÓDIGO DE LA ASIGNATURA: INSTITUCIONAL: E4.C6.A2 - UNESCO: 2209.05  
 1.3. UNIDAD DE ORGANIZACIÓN CURRICULAR: Unidad profesional  
 1.4. NÚMERO DE HORAS: 120

COMPONENTE DE APRENDIZAJE	NRO. HORAS SEMANALES	NRO. HORAS AL PERIODO ACADÉMICO ORDINARIO
APRENDIZAJE EN CONTACTO CON EL DOCENTE	3,0	48
APRENDIZAJE PRÁCTICO EXPERIMENTAL	3,0	48
APRENDIZAJE AUTÓNOMO	1,5	24
<b>TOTAL</b>	<b>7,5</b>	<b>120</b>
NRO. TOTAL DE HORAS DE PRÁCTICAS PREPROFESIONALES / VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD	NO APLICA	NO APLICA

### 1.5. REQUERIMIENTOS:

#### 1.5.1. PRERREQUISITOS:

CÓDIGO INSTITUCIONAL	CÓDIGO UNESCO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
E4.C5.A3	3325.99	COMUNICACIONES DIGITALES

#### 1.5.2. CORREQUISITOS:

CÓDIGO INSTITUCIONAL	CÓDIGO UNESCO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
		NO APLICA

## 2. DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 2.1. PROPÓSITO DE LA ASIGNATURA:

DISEÑAR E IMPLEMENTAR SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS EN MEDIOS GUIADOS, APLICANDO PARA ELLO TÉCNICAS DE NETWORKING SOBRE TECNOLOGÍAS ÓPTICAS ENFOCADAS A COMUNICACIONES PUNTO - PUNTO Y PUNTO MULTIPUNTO.

### 2.2. CONTRIBUCIÓN DE LA ASIGNATURA AL LOGRO DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE DEL PERFIL DE EGRESO:

LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN ÓPTICA EMPLEAN ONDAS DE LUZ PARA TRANSMITIR INFORMACIÓN DE UN LUGAR A OTRO SEPARADOS A TRAVÉS DE DISTANCIAS QUE VAN DESDE UNOS POCOS KILÓMETROS HASTA MILES DE KILÓMETROS. ESTOS SISTEMAS ENTREGAN INFORMACIÓN DESDE LOS NODOS CENTRALES HASTA LAS CASAS Y VICEVERSA O A LAS GRANDES CIUDADES Y ENTRE ELLAS, RESPECTIVAMENTE. ADEMÁS, ESTAS DISTANCIAS SON AHORA TRANSOCÉANICAS, ALCANZANDO VARIOS MILES DE KILÓMETROS. LA ASIGNATURA CUBRE VARIOS ASPECTOS FUNDAMENTALES PARA LA CONSECUCCIÓN DE ESTE OBJETIVO, CENTRÁNDOSE EN LAS COMUNICACIONES A TRAVÉS DE MEDIOS GUIADOS.

Página 2 de 8

## 3. ESTRUCTURA Y DESARROLLO DE LA ASIGNATURA

### 3.1. CONTENIDOS Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE POR UNIDAD:

NÚMERO DE LA UNIDAD:	NOMBRE DE LA UNIDAD:	DURACIÓN DE LA UNIDAD:	
		SEMANAS	HORAS
1	ELEMENTOS BÁSICOS DE LAS COMUNICACIONES ÓPTICAS	6	45,0
<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA UNIDAD</b>	Estudiar conceptos matemáticos y de geometría que le permitan desarrollar y comprender los principios de la transmisión de la luz y su comportamiento en medios confinados.		
<b>CONTENIDOS TEÓRICOS</b>	<b>ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE</b>		
	Aprendizaje en contacto con el docente (ACD)	NRO. HORAS	Aprendizaje práctico experimental (APE)
			NRO. HORAS
			Aprendizaje autónomo (AA)
			NRO. HORAS
1.1 INTRODUCCIÓN 1.2 FIBRAS ÓPTICAS 1.3 TRANSMISORES ÓPTICOS 1.4 RECEPTORES ÓPTICOS	- CHARLA MAGISTRAL - PLANTEAMIENTOS DE ESTUDIOS DE CASO/ PROYECTO PRÁCTICO DESCRIPCIÓN DE EJEMPLOS PRÁCTICOS DE INGENIERÍA APLICADA.	18,0	DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO, UTILIZANDO SOFTWARE DE SIMULACIÓN ESPECIALIZADO (OPTISYSTEM).
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>18,0</b>	<b>18,0</b>
<b>ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:</b>	EVALUACIÓN TEÓRICA TAREAS (ACTIVIDADES AUTÓNOMAS) DESARROLLO TRABAJO FINAL PRÁCTICO (ENTREGA 1) ELABORACIÓN Y DESARROLLO SIMULACIONES EXPOSICIONES GRUPALES O INDIVIDUALES		
<b>ESCENARIOS DE APRENDIZAJE:</b>	- PLATAFORMA VIRTUAL "EVA" - YOUTUBE - OPTISYSTEM y OPTIPERFORMER (SOFTWARE) - MATLAB (SOFTWARE) - MATHEMATICA (SOFTWARE) - AULA		
<b>APORTE DE LA ASIGNATURA AL PROYECTO INTEGRADOR DE SABERES:</b>	CRITERIOS FUNDAMENTALES DE LOS COMPONENTES GENERALES DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN ÓPTICO.		
<b>CONTENIDOS TEÓRICOS</b>	<b>ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE</b>		
	Aprendizaje en contacto con el docente (ACD)	NRO. HORAS	Aprendizaje práctico experimental (APE)
			NRO. HORAS
			Aprendizaje autónomo (AA)
			NRO. HORAS
2.1 CONSIDERACIONES Y CRITERIOS DE DISEÑO 2.2 BALANCE DE POTENCIA Y RISE TIME 2.3 AMPLIFICADORES ÓPTICOS	- CHARLA MAGISTRAL - PLANTEAMIENTOS DE ESTUDIOS DE CASO/ PROYECTO PRÁCTICO DESCRIPCIÓN DE EJEMPLOS PRÁCTICOS DE INGENIERÍA APLICADA.	18,0	DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO, UTILIZANDO SOFTWARE DE SIMULACIÓN ESPECIALIZADO (OPTISYSTEM).
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>18,0</b>	<b>18,0</b>
<b>ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:</b>	EVALUACIÓN TEÓRICA TAREAS (ACTIVIDADES AUTÓNOMAS) ELABORACIÓN DE TRABAJO FINAL PRÁCTICO		

Página 3 de 8

	ELABORACIÓN Y DESARROLLO SIMULACIONES EXPOSICIONES GRUPALES O INDIVIDUALES	
<b>ESCENARIOS DE APRENDIZAJE:</b>	- PLATAFORMA VIRTUAL "EVA" - YOUTUBE - OPTISYSTEM y OPTIPERFORMER (SOFTWARE) - MATLAB (SOFTWARE) - MATHEMATICA (SOFTWARE) - AULA	
<b>APORTE DE LA ASIGNATURA AL PROYECTO INTEGRADOR DE SABERES:</b>	CONOCER LOS CRITERIOS DE DISEÑO GENERALES PARA SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS	
<b>NÚMERO DE LA UNIDAD:</b>	<b>NOMBRE DE LA UNIDAD:</b>	<b>DURACIÓN DE LA UNIDAD:</b>
3	INSTALACIONES DE FIBRA ÓPTICA	<b>SEMANAS</b> 4 <b>HORAS</b> 30,0
<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA UNIDAD</b>	Determinar los requerimientos y las técnicas de instalación para una propuesta de diseño en una red de Fibra Óptica.	
<b>CONTENIDOS TEÓRICOS</b>	<b>ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE</b>	
	<b>Aprendizaje en contacto con el docente (ACD)</b>	<b>NRO. HORAS</b>
	<b>Aprendizaje práctico experimental (APE)</b>	<b>NRO. HORAS</b>
	<b>Aprendizaje autónomo (AA)</b>	<b>NRO. HORAS</b>
3.1 ELEMENTOS PARA PLANTA EXTERNA 3.2 INSTALACIÓN DE CABLE EN INTERIORES 3.3 INSTALACIÓN DE CABLE EN INTERIORES 3.4 CONECTORIZACIÓN Y EMPALMES 3.5 PRUEBAS	- CHARLA MAGISTRAL - PLANTEAMIENTOS DE ESTUDIOS DE CASO/ PROYECTO PRÁCTICO DESCRIPCIÓN DE EJEMPLOS PRÁCTICOS DE INGENIERÍA APLICADA.	12,0
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>12,0</b>
		<b>12,0</b>
		<b>6,0</b>
<b>ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:</b>	EVALUACIÓN TEÓRICA TAREAS (ACTIVIDADES AUTÓNOMAS) ELABORACIÓN DE TRABAJO FINAL PRÁCTICO (ENTREGA 3) ELABORACIÓN Y DESARROLLO SIMULACIONES EXPOSICIONES GRUPALES O INDIVIDUALES	
<b>ESCENARIOS DE APRENDIZAJE:</b>	- PLATAFORMA VIRTUAL "EVA" - YOUTUBE - OPTISYSTEM y OPTIPERFORMER (SOFTWARE) - MATLAB (SOFTWARE) - MATHEMATICA (SOFTWARE) - AULA	
<b>APORTE DE LA ASIGNATURA AL PROYECTO INTEGRADOR DE SABERES:</b>	CONOCER LOS CRITERIOS DE DISEÑO GENERALES PARA SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS	

### 3.2. ACTITUDES Y VALORES QUE SE DESARROLLAN Y/O FORTALECEN:

- INCENTIVAR EL RESPETO, LA IGUALDAD Y TOLERANCIA ENTRE TODOS LOS PARTICIPANTES DE LA CLASE (ALUMNOS Y DOCENTE).
- PROMOVER LA AUTONOMÍA DE LOS ALUMNOS AL TOMAR DECISIONES Y SU RESPONSABILIDAD DE ESTAS ACCIONES.
- MEJORAR LOS VALORES DE PARTICIPACIÓN, COLABORACIÓN Y SINCERIDAD DE FORMA INDIVIDUAL Y GRUPAL.
- PREOCUPARSE POR LA MEJORA Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.

### 3.3. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS:

1. REVISIÓN DE VIDEOS SOBRE TEMAS ABORDADOS
2. CHARLAS MAGISTRALES
3. PLANTEAMIENTOS DE CASOS DE ESTUDIO

4. APLICACIÓN SINCRÓNICA Y ASINCRÓNICA DEL ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE
5. ACTIVIDADES DE TRABAJO GRUPAL E INDIVIDUAL A TRAVÉS DEL ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE
6. DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO A TRAVÉS DE SOFTWARE DE SIMULACIÓN ESPECIALIZADO (OPTISYSTEM Y MATLAB).
7. EXPOSICIONES DE TEMAS DE ESTUDIO GRUPALES E INDIVIDUALES UTILIZANDO VIDEOS Y/O HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS PARA EL EFECTO.
8. ASESORÍA, SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES (TUTORÍAS SOBRE DUDAS DEL CONTENIDO DEL CURSO)
9. ELABORACIÓN DE CASOS DE ESTUDIO/PROYECTOS PRÁCTICOS

### 3.4. RECURSOS Y MATERIALES DIDÁCTICOS:

- SIMULADORES Y SOFTWARE APLICADO. (OPTISYSTEM Y MATLAB) - PRESENTACIONES Y RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS.
- PIZARRA DIGITAL.
- PLATAFORMA VIRTUAL

### 3.5. TIPO DE APRENDIZAJE QUE SE DESARROLLA:

Aprendizaje en contacto con el docente	(X)	Aprendizaje práctico experimental	(X)	Aprendizaje autónomo	(X)
--	-----	-----------------------------------	-----	----------------------	-----

### 4. HORARIO DE CLASE DE LA ASIGNATURA

DÍA HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
14:00-00-15:00:00			X				
15:00-00-16:00:00	X		X	X			
16:00-00-17:00:00	X			X			

### 5. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA

COMPONENTE A SER EVALUADO	EVALUACIÓN 1		EVALUACIÓN 2		EVALUACIÓN 3	
	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN (%-PUNTOS)	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN (%-PUNTOS)	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN (%-PUNTOS)
Aprendizaje en contacto con el docente	Lecciones (orales o escritas) Controles de lectura Exposición de temas Foros Otros productos acreditables	20 % - 2,0	Lecciones (orales o escritas) Controles de lectura Exposición de temas Foros Otros productos acreditables	20 % - 2,0	Lecciones (orales o escritas) Controles de lectura Exposición de temas Foros Otros productos acreditables	20 % - 2,0
Aprendizaje práctico experimental	Resolución de ejercicios Prácticas e informes de laboratorio Talleres Simulaciones Proyectos de investigación Estudios de caso Otros productos acreditables	25 % - 2,5	Resolución de ejercicios Prácticas e informes de laboratorio Talleres Simulaciones Proyectos de investigación Estudios de caso Otros productos acreditables	25 % - 2,5	Resolución de ejercicios Prácticas e informes de laboratorio Talleres Simulaciones Proyectos de investigación Estudios de caso Otros productos acreditables	25 % - 2,5
Aprendizaje autónomo	Productos académicos que elabora el estudiante, de modo individual y grupal	20 % - 2,0	Productos académicos que elabora el estudiante, de modo individual y grupal	20 % - 2,0	Productos académicos que elabora el estudiante, de modo individual y grupal	20 % - 2,0
Evaluación sumativa	Evaluación de fin de unidad didáctica o tema de estudio (teórica, práctica o teórico-práctica)	35 % - 3,5	Evaluación de fin de unidad didáctica o tema de estudio (teórica, práctica o teórico-práctica)	35 % - 3,5	Evaluación de fin de unidad didáctica o tema de estudio (teórica, práctica o teórico-práctica)	35 % - 3,5
<b>TOTAL:</b>		<b>100 %</b>		<b>100 %</b>		<b>100 %</b>



**NOTA:**

- **CALIFICACIÓN FINAL DE LA ASIGNATURA:** conforme a las "DIRECTRICES INSTITUCIONALES PARA LA PLANIFICACIÓN ACADÉMICA Y DE CARGA HORARIA DE LOS DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA", en su Anexo 3 sección "4.6. PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA" manifiesta que: "... la calificación final de la asignatura resulta del promedio de las calificaciones de cada una de las unidades". [\(Ver directrices de planificación\)](#)
- **EVALUACIÓN DE RECUPERACIÓN:** conforme los "LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA APLICACIÓN DE LA PRUEBA DE RECUPERACIÓN...." en sus Puntos 2.1 a 2.4 manifiesta que: "Se aplicará la evaluación ... a los estudiantes que hayan reprobado menos del 20% del total de ... horas", "... rendirán una sola evaluación de recuperación en la o las asignaturas en las que no ha alcanzado la noma mínima ... (7/10 puntos)", "La evaluación de recuperación será calificada con el 60% y será sumada al 40% de la calificación lograda por el estudiante en la o las asignaturas reprobadas. De esto, la calificación mínima que debe tener el estudiante para acceder a la evaluación de recuperación es de 2,75/10 puntos." y "... no podrá ser aplicada a los estudiantes que reprobren la asignatura por inasistencias o por retiro y, a quienes cursen la o las asignaturas en tercera matrícula." [\(Ver lineamientos\)](#)

**6. BIBLIOGRAFÍA**

**6.1 BÁSICA:**

**6.1.1 FÍSICA:**

AUTOR	TÍTULO DEL LIBRO	CIUDAD, PAÍS DE PUBLICACIÓN	EDICIÓN	AÑO DE PUBLICACIÓN	EDITORIAL	ISBN
Tomasi, W.	Sistemas de comunicaciones Electrónicas	México	Cuarta	2003	Prentice Hall	970-26-0316-1
Chomycz, B.	Instalaciones de Fibra óptica	España	Primera	1998	McGraw-Hill	8448136454, 9788448136451
Agrawal, G.	Fiber-optic Communication Systems	E-book	Segunda	2010	John Miley & Sons.	9780470505113
M.J.N. Sibley	Optical Communications	E-book	Primera	1995	The Macmillan Press Ltd.	978-0-333-61792-2
Salmerón, M	Sistemas de transmisión	México	Primera	2000	Trillas	968-24-4796-8
Hayes, J.	Fiber Optics Technician's manual	E-book	Primera	2001	Delmar Publishers	Delmar Publishers 9780766818255

**6.1.2 VIRTUAL:**

AUTOR	TÍTULO DEL LIBRO	DIRECCIÓN ELECTRÓNICA	AÑO DE PUBLICACIÓN	EDITORIAL	ISBN
-------	------------------	-----------------------	--------------------	-----------	------

**6.2 COMPLEMENTARIA:**

**6.2.1 FÍSICA:**

AUTOR	TÍTULO DEL LIBRO	CIUDAD, PAÍS DE PUBLICACIÓN	EDICIÓN	AÑO DE PUBLICACIÓN	EDITORIAL	ISBN
-------	------------------	-----------------------------	---------	--------------------	-----------	------

**6.2.2 VIRTUAL:**

AUTOR	TÍTULO DEL LIBRO	DIRECCIÓN ELECTRÓNICA	AÑO DE PUBLICACIÓN	EDITORIAL	ISBN
-------	------------------	-----------------------	--------------------	-----------	------

**6.2.3 RECURSOS DE INTERNET:**

AUTOR	TÍTULO	CIUDAD, PAÍS DE PUBLICACIÓN	DIRECCIÓN ELECTRÓNICA	AÑO DE PUBLICACIÓN	ISBN/ISSN
-------	--------	-----------------------------	-----------------------	--------------------	-----------

**7. PERFIL DEL PROFESOR O PROFESORA DE LA ASIGNATURA**

Página 6 de 8

**7.1. TÍTULO(S) DE TERCER NIVEL, REGISTRADO EN LA SENESCYT:**

INGENIERO EN ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

**7.2. TÍTULO(S) DE CUARTO NIVEL, REGISTRADO EN LA SENESCYT:**

MASTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGIAS SISTEMAS Y REDES DE COMUNICACIONES

**7.3. AÑOS DE EXPERIENCIA DOCENTE:**

4

**7.4. AÑOS DE EXPERIENCIA PROFESIONAL:**

2

**8. RELACIÓN DE LOS CONTENIDOS CON LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA	CONTRIBUCIÓN	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
<b>Unidad 1 - ELEMENTOS BÁSICOS DE LAS COMUNICACIONES ÓPTICAS</b>	ALTA	Estudiar conceptos matemáticos y de geometría que le permitan desarrollar y comprender los principios de la transmisión de la luz y su comportamiento en medios confinados.
<b>Unidad 2 - SISTEMAS DE ONDAS DE LUZ</b>	ALTA	Categorizar los tipos de modulación de una señal óptica en medios guiados como es la Fibra Óptica.
<b>Unidad 3 - INSTALACIONES DE FIBRA ÓPTICA</b>	ALTA	Determinar los requerimientos y las técnicas de instalación para una propuesta de diseño en una red de Fibra Óptica.

**9. RELACIÓN DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA CON LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE DEL PERFIL DE EGRESO**

RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA	CONTRIBUCIÓN	PERFIL DE EGRESO DE LA CARRERA
Determinar los requerimientos y las técnicas de instalación para una propuesta de diseño en una red de Fibra Óptica.	ALTA	El futuro profesional estará en capacidad de generar, diseñar, construir Proyectos de Telecomunicaciones que contribuyan de manera específica a mejorar la calidad de vida de las personas, a través de fortalecer el acceso a la comunicación en servicios como educación, salud y negocios.
Categorizar los tipos de modulación de una señal óptica en medios guiados como es la Fibra Óptica.	ALTA	Muestra sólidos conocimientos técnicos y prácticos, comprende y contextualiza conceptos de Sistemas de Telecomunicaciones modernos utilizando métodos y procedimientos innovadores para solucionar las necesidades existentes, aplicando de manera responsable, ética y honesta los saberes profesionales y con respeto al medio ambiente.
Estudiar conceptos matemáticos y de geometría que le permitan desarrollar y comprender los principios de la transmisión de la luz y su comportamiento en medios confinados.	ALTA	Muestra sólidos conocimientos técnicos y prácticos, comprende y contextualiza conceptos de Sistemas de Telecomunicaciones modernos utilizando métodos y procedimientos innovadores para solucionar las necesidades existentes, aplicando de manera responsable, ética y honesta los saberes profesionales y con respeto al medio ambiente.

**10. ELABORACIÓN Y APROBACIÓN**

**10.1. PROFESOR RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL SÍLABO:**

APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMAS	FECHA
Jimenez Peralta Franklin Gustavo		17 de Agosto de 2023

Página 7 de 8

APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMAS	FECHA

**10.2. FECHA DE APROBACIÓN:** 15 de Septiembre de 2023

**10.3. FIRMAS DE APROBACIÓN:**



F) .....

DIRECTOR/A Y/O ENCARGADO/A DE GESTIÓN ACADÉMICA DE LA CARRERA

**GUÍA DE PRÁCTICA # 1**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

1. **TEMA:** Introducción al manejo de Fibra Óptica

2. **OBJETIVOS:**

- Identificar los diferentes tipos de fibra óptica y conectores.
- Aprender el funcionamiento de las herramientas más comunes para el manejo de fibra óptica.
- Preparar los materiales necesarios para el ensamblaje de un conector mecánico.
- Realizar el armado de un conector mecánico de fibra óptica.
- Verificar el funcionamiento del conector mecánico utilizando un Localizador Visual de Fallas (VFL).

<b>3. Materiales Y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Conector mecánico SC/APC</li><li>• Fibra óptica tipo drop</li><li>• Alcohol isopropílico</li><li>• Paños para limpieza de fibra óptica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alicates</li><li>• Peladora de fibra óptica (3 ranuras)</li><li>• Peladora de cable drop</li><li>• Cortadora de fibra óptica</li><li>• Localizador visual de fallas</li></ul>

5. **INSTRUCCIONES:**

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido consumo de alimentos.

- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## 6. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1. Cortar con el alicate la longitud de cable de fibra drop que será usado en el desarrollo de la práctica. Para evitar daños en las herramientas, se recomienda tener cuidado con el mensajero o alambre de acero que posee el cable.



Figura 1 Identificar el alambre de acero o mensajero



Figura 2 Cortar con el alicate la longitud deseada

2. Retirar el cuerpo externo del conector mecánico (Protección color verde) y el tapón de rosca o bota. Para mayor comodidad, se recomienda insertar el cable de fibra a través del tapón de rosca. Con esto se asegura que, al momento de armar el conector, no se dañe el borde de la fibra al haber olvidado colocar este accesorio.

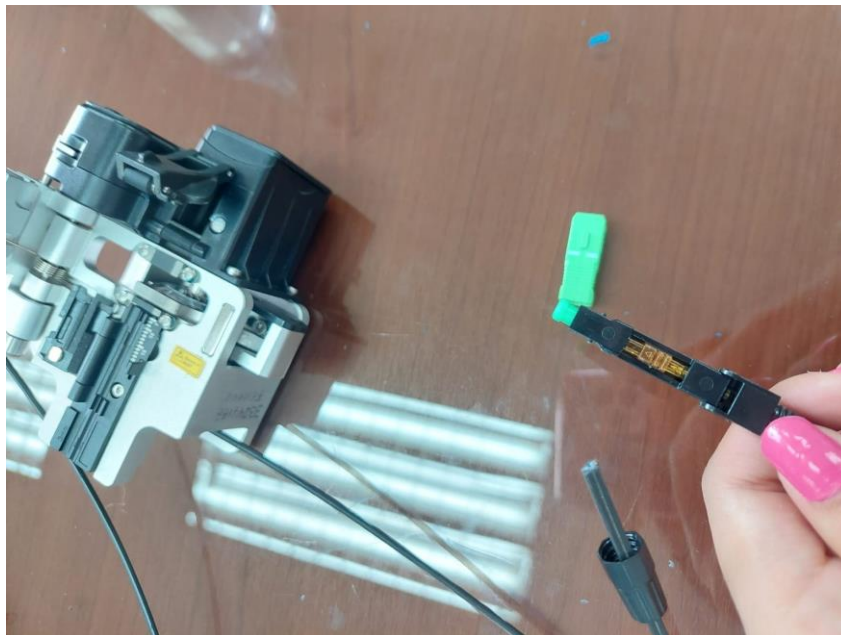


Figura 3 Insertar la bota en la fibra y retirar el cuerpo externo del conector

3. Utilizar la peladora tipo drop para retirar la cubierta externa del cable drop (Aproximadamente 10 cm). Para ello, se debe introducir el cable drop (sin el cable

mensajero) por el agujero central que posee la peladora, y, siguiendo la guía dada por la regla de la herramienta, se determina la longitud de cubierta que se va a retirar. Finalmente, se aprieta y hala de forma rápida la peladora.



Figura 4 Retirar la cubierta externa del cable drop con la peladora tipo drop

4. Dependiendo del número de hilos de fibra que posea el cable, se debe seleccionar solamente uno. El otro hilo se puede cortar.

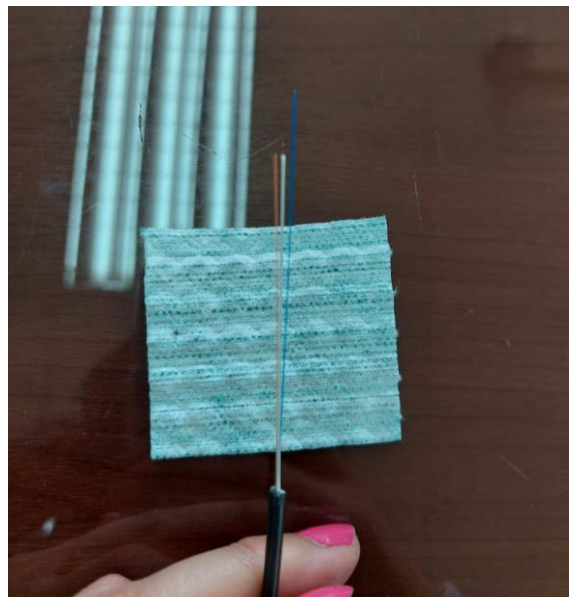


Figura 5 Cable drop de dos hilos: azul y anaranjado

5. Usar la peladora de 3 ranuras para retirar el recubrimiento del hilo de fibra óptica. Se debe colocar el hilo de fibra en la ranura más pequeña y halar. Se recomienda verificar las especificaciones técnicas del fabricante del conector mecánico para determinar la longitud de recubrimiento a retirar. Por ejemplo, en este caso el fabricante aconsejaba mantener 2.5 cm de recubrimiento y 1 cm de fibra pura. Se puede utilizar una regla para mayor precisión.



Figura 6 Verificación de las especificaciones técnicas



Figura 7 Retirar el recubrimiento del hilo de la fibra con la peladora

6. Limpiar cuidadosamente la fibra con un paño y alcohol isopropílico.

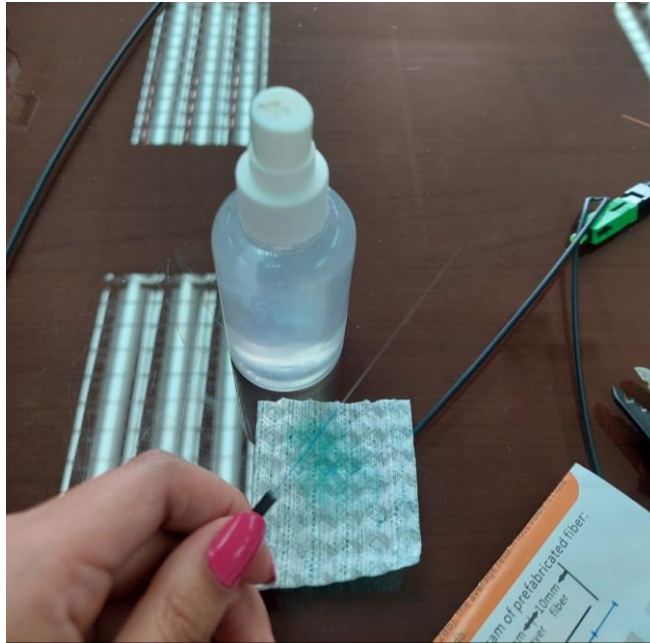


Figura 8 Limpieza de la fibra óptica

7. Colocar la fibra en la cortadora para, según lo indique el fabricante, cortar la longitud de fibra que debe permanecer descubierta. Se recomienda colocar recta la fibra para obtener un corte perfecto.

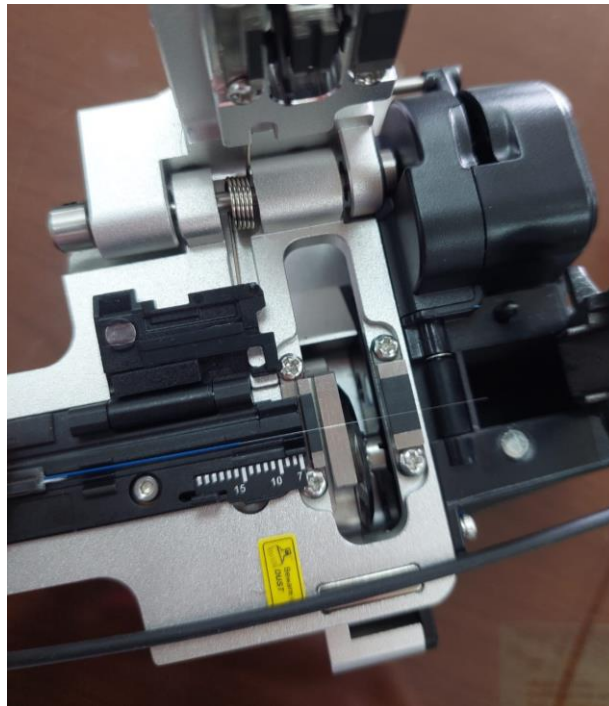


Figura 9 Cortar la longitud de la fibra que debe permanecer descubierta



8. Abrir la cubierta del conector y colocar la fibra en la guía de inserción hasta que la misma llegue al tope. Coloque el seguro identificado con una flecha.



Figura 10 Abrir la cubierta del conector



Figura 11 Colocar la fibra en la guía de inserción hasta que llegue a tope

9. Ajuste la bota y coloque cuidadosamente el cuerpo externo del conector.



Figura 12 Ajustar la bota



Figura 13 Colocar el cuerpo externo del conector

10. Verifique que el conector se armó correctamente utilizando el VFL. Se debe realizar el mismo proceso en el otro extremo de la fibra.



Figura 14 Pruebas de verificación con el VFL

**7. MARCO TEÓRICO (A elaborar por el estudiante)**

- Tipos de cables de fibra óptica
- Conectores de fibra óptica
- Herramientas para el manejo de fibra óptica
- Verificación del armado de un conector mecánico

**8. RESULTADOS OBTENIDOS (A elaborar por el estudiante)**

**9. DISCUSIÓN (A elaborar por el estudiante)**

**10. CONCLUSIONES (A elaborar por el estudiante)**

**11. RECOMENDACIONES (A elaborar por el estudiante)**

**12. PREGUNTAS DE CONTROL (Deben ser respondidas por el estudiante)**

- 1) ¿Qué tipos de fibra óptica conoce?
- 2) Indique al menos 3 tipos de conectores de fibra óptica.
- 3) Explique las especificaciones técnicas del conector mecánico elegido para la práctica y su importancia.

- 4) Indique al menos 3 herramientas para el manejo de fibra óptica.
- 5) ¿Para qué sirve un VFL?

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Anexo 3. Preparatorio de práctica de laboratorio NI**

**PREPARATORIO DE PRÁCTICA # 1**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Introducción al manejo de Fibra Óptica

**2. OBJETIVOS:**

- Identificar los diferentes tipos de fibra óptica y conectores.
- Aprender el funcionamiento de las herramientas más comunes para el manejo de fibra óptica.
- Preparar los materiales necesarios para el ensamblaje de un conector mecánico.
- Realizar el armado de un conector mecánico de fibra óptica.
- Verificar el funcionamiento del conector mecánico utilizando un Localizador Visual de Fallas (VFL).

<b>3. Materiales Y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Conector mecánico SC/APC</li><li>• Fibra óptica tipo drop</li><li>• Alcohol isopropílico</li><li>• Paños para limpieza de fibra óptica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alicata</li><li>• Peladora de fibra óptica (3 ranuras)</li><li>• Peladora de cable drop</li><li>• Cortadora de fibra óptica</li><li>• Localizador visual de fallas</li></ul>

**5. INSTRUCCIONES:**

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido consumo de alimentos.

- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1. Tipos de cables de fibra óptica

El cable de fibra óptica sirve para transmitir información convirtiendo las señales eléctricas en señales ópticas. Tras la recepción, vuelve a convertir las señales ópticas en señales eléctricas (ZMS Cables, 2023).

Los cables de fibra óptica se clasifican en (ZMS Cables, 2023):

- **Función de los métodos de tendido:** cables aéreos autoportantes, cables para tuberías, cables armados y cables submarinos.
- **Según la estructura de fibra óptica:** cable de fibra óptica tipo haz, versión de cable de fibra óptica trenzado en capas, cable de fibra óptica tipo abrazo, cable de fibra óptica tipo cinta, cable de fibra óptica no metálico y fibra óptica ramificable.
- **Por aplicaciones:** cables de comunicación de larga distancia, cables de exterior de corta distancia, cables híbridos y cables para el interior de edificios.

A continuación, los más comunes.

### ADSS Fibra Óptica

Es un cable autoportante completamente dieléctrico, perfecto para la instalación aérea de fibra óptica, que puede instalarse sin necesidad de mensajero. Sus hilos de aramida y su elemento central de resistencia le permiten soportar la tensión durante la instalación sin dañar las fibras ópticas (Splittel, n.d.).

- Número de hilos: 4, 12, 24-96 núcleos.
- Aplicación: Generalmente se usa para la alimentación aérea o enterrada.

- Excelente rendimiento óptico.
- Alta resistencia a la tensión, sin afectar los hilos de fibra óptica.

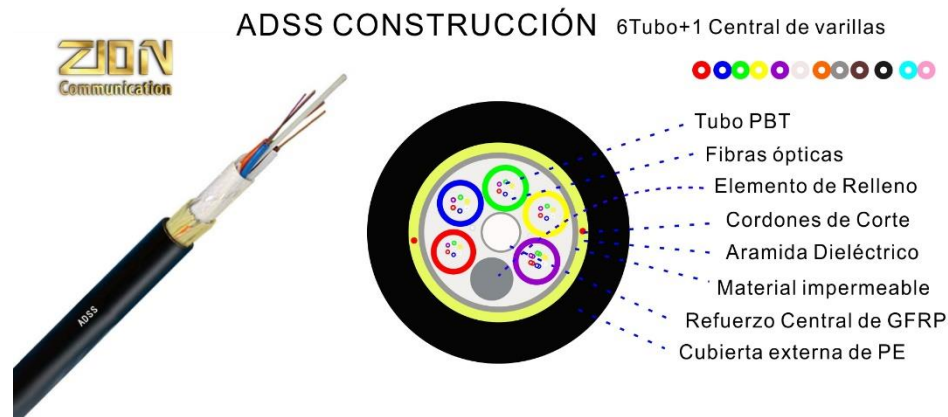


Figura 15 Estructura típica del cable ADSS

### **Cable de Fibra Óptica Drop**

El cable drop de fibra óptica está formado por un hilo de acero como soporte y tracción, y está diseñado para facilitar la distribución de la señal óptica en el interior de los edificios, normalmente entre la caja de distribución de cada planta y la roseta en casa del abonado. Está formado por 1 o 2 fibras ópticas ajustadas a 900um, hilos de aramida como elemento de resistencia y un revestimiento exterior de LSZH (Optronics, n.d.-a).

- Cable ligero y flexible que facilita la instalación.
- Span máximo 80 metros.
- Fácil acceso a las fibras y rápida entrada de cables.
- Fibra backbone para cuartos de telecomunicaciones.

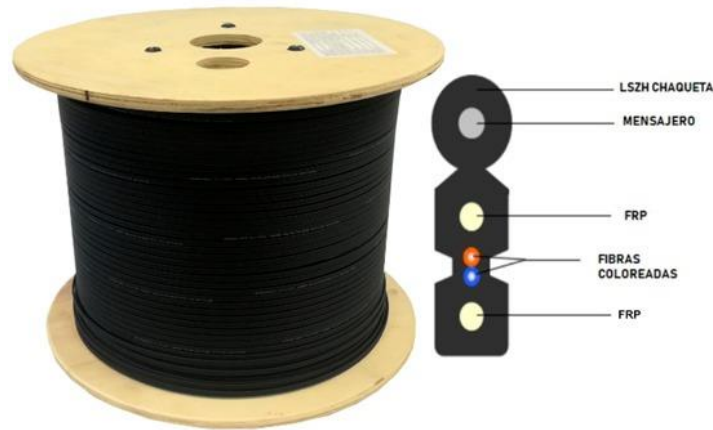


Figura 16 Cable tipo Drop

El tipo de hilo de fibra óptica utilizado en estos cables puede variar, como G.657A1, G.657A2, G.657B3, etc. La principal diferencia radica en el radio mínimo de curvatura al que se puede doblar la fibra óptica sin que se produzcan daños o atenuaciones no deseadas. Actualmente, la fibra G.657A2 es la más utilizada para este tipo de cables Drop, gracias a su radio de curvatura mínimo (Incom, 2022).

### **Cable Fibra Óptica Armada para Exteriores GYTS**

Según (ZMS Cables, 2023), el cable de fibra óptica armada para exteriores GYTS tiene las siguientes características:

- Cuenta con muy buenas propiedades mecánicas y características de temperatura.
- El material del tubo suelto tiene una buena resistencia a la hidrólisis y una alta resistencia.
- El tubo se rellena con una pasta de aceite especial, que proporciona una protección crítica a las fibras ópticas.
- Estructura de cable tensa especialmente diseñada para evitar la retracción de la carcasa.
- Dispone de buena resistencia a la compresión y flexibilidad.
- Funda de PE con buena resistencia a la radiación UV.
- Aplicaciones: Cable de fibra óptica aéreo/Cable de fibra óptica para ductos.



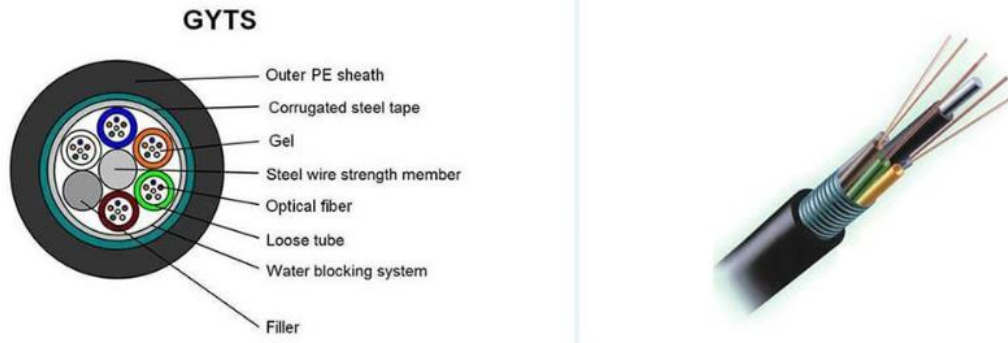


Figura 17 Estructura del cable GYTS

### Cable Fibra Óptica Submarino

Los cables están compuestos de fibra óptica y tienen un diámetro aproximado de 3,5 cm. Los dispositivos de emisión láser situados en un extremo transmiten señales luminosas a través de los filamentos de fibra de vidrio a los receptores situados en el extremo opuesto del cable. Los cables tienen capacidad para transportar hasta 224 Tbps. Estas fibras están envueltas en múltiples capas de plástico, metales y otros materiales, como vaselina, cobre, policarbonato, acero y polietileno (Bojlesen, 2023).



Figura 18 Partes del cable submarino

### 6.2. Conectores de fibra óptica

Los conectores permiten acoplar fácilmente el cable de fibra óptica a los dispositivos que funcionarán como receptores y transmisores. En general, los distintos tipos de conectores de cable de fibra pueden clasificarse según diferentes normas, como el uso, el número de fibras, el modo de fibra, el método de transmisión, el medio de transmisión, la longitud de arranque, el tipo de pulido y la forma de terminación, entre otras (Sheldon, 2022).

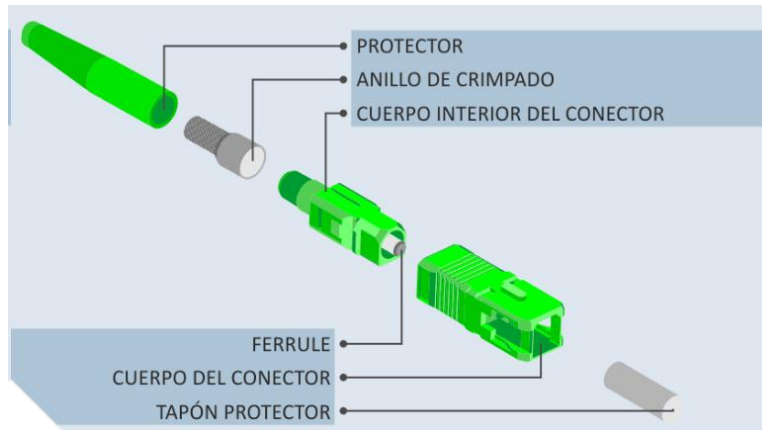


Figura 19 Diagrama de un típico conector de fibra óptica tipo SC

A continuación, se mencionan los tipos de conectores más comunes de fibra óptica que se utilizan para unir componentes de manera segura y los tipos de pulidos. (Tipos de conectores de fibra óptica: guía sencilla, 2019)

### Tipos de conectores

- **Conector Standard Connector o SC:** Ajuste rápido a presión. Es compacto, lo que permite una alta densidad de conectores por instrumento. Se utiliza en FTTH, telefonía, televisión por cable, etc. Para fibras monomodo y multimodo. Pérdidas de 0,25 dB.
- **Conector tipo Lucent Connector o LC:** Un ajuste similar al de un RJ45 (tipo empujar y tirar). Más seguro y compacto que el SC, lo que permite densidades de conectores aún mayores en bastidores, paneles y FTTH. Adecuado tanto para fibras monomodo como multimodo. Pérdidas de 0,10 dB.
- **Conector tipo Straight Tip o ST:** Este tipo de conector presenta un diseño de férula en forma de bayoneta que permite alinear fácil y rápidamente la fibra. Es adecuado tanto para fibras monomodo como multimodo. Sus pérdidas por inserción son de aproximadamente 0,25 dB.
- **Conector tipo Ferrule Connector o FC:** Es un conector roscado con una gran resistencia a las vibraciones, por lo que se utiliza en aplicaciones sometidas a movimiento. También se utiliza en instrumentos de precisión (como los OTDR) y es muy popular en CATV. Es adecuado para fibras monomodo. Sus pérdidas de inserción alcanzan los 0,3 dB.

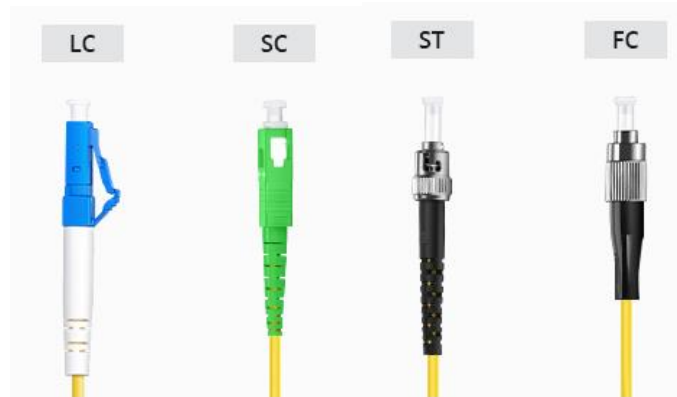


Figura 20 Conectores de fibra óptica

### Tipos de pulido

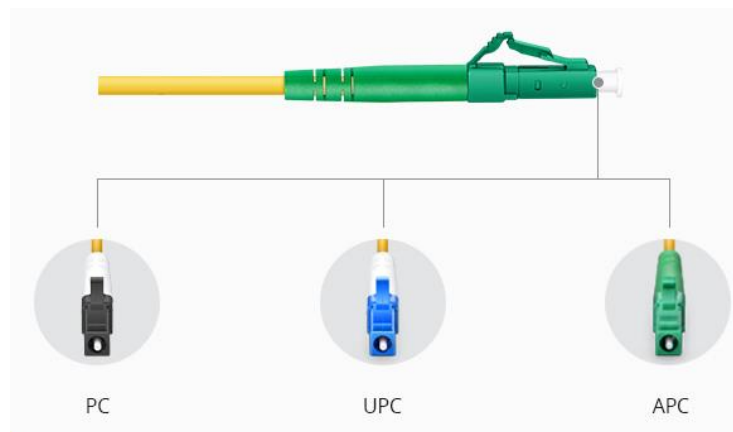


Figura 21 Conectores de fibra óptica APC/PC/UPC

- **Physical Contact o PC:** El ferrule está biselado y rematado en una superficie plana. Pérdidas de retorno entre los -30 dB y los -40 dB.
- **Ultra Physical Contact o UPC:** Similares a los PC, pero logran reducir las pérdidas de retorno a un margen entre los -40 y los -55 dB gracias a que el bisel tiene una curva más pronunciada.
- **Angled Physical Contact o APC:** El ferrule termina en una superficie plana y a su vez inclinada 8 grados. Pérdidas de retorno hasta los -60 dB aumentando así el número de usuarios en fibras monomodo.

### Conectores mecánicos

Los conectores mecánicos, también conocidos como conectores rápidos pre-pulidos, son dispositivos ampliamente utilizados en las instalaciones de fibra óptica. Su función principal es terminar los cables sin la necesidad de fusionarlos. Estos conectores se caracterizan por su

capacidad de montaje rápido, ya que bloquean el extremo del cable y alinean automáticamente los núcleos y el acople (Market, 2022).



Figura 22 Partes del conector mecánico SC/APC

Una de las principales ventajas de los conectores mecánicos es que no requieren epoxi ni horneado, lo que ahorra tiempo. Además, no es necesario un proceso de pulido, ya que vienen prepulidos. Además, la precisión que se consigue al utilizar un conector mecánico es buena, con una media aproximada de 0,5 dB, sobre todo si se tiene en cuenta su uso frecuente sobre el terreno, lo que se traduce en bajas pérdidas de inserción y retorno (Market, 2022).

Del mismo modo, son versátiles, ya que se pueden encontrar en varias configuraciones, incluidos distintos tipos de pulido, conectores, tipos de fibra (monomodo o multimodo) e incluso tipos de cable (redondo o cuadrado) (Market, 2022).

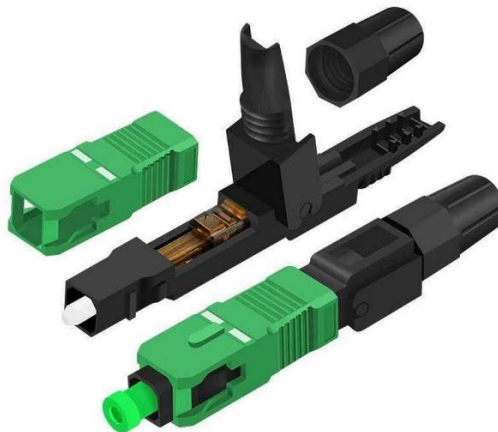


Figura 23 Conector mecánico SC/APC

### 6.3. Herramientas para el manejo de fibra óptica

#### 6.3.1. Peladora cable drop

Es una herramienta utilizada para eliminar el revestimiento exterior de un cable de fibra óptica sin dañar la fibra interior. El pelacables tiene una cuchilla ajustable que se adapta al diámetro del cable

y hace un corte longitudinal a lo largo del revestimiento. Después, el usuario tira del revestimiento hacia fuera y lo separa de la fibra (Pelador De Cable De Fibra Óptica Drop | Pc Actual, n.d.).

A continuación, se mencionan las características de la peladora de fibra óptica drop. (Peladora cable drop | optitel, s. f.)

- Se utiliza para remover el recubrimiento estándar de 250 micras de las fibras de 125 micras.
- Ranura de 140 $\mu$ m de diámetro y apertura en “V” en la cuchilla para remover el recubrimiento de buffer.
- Segunda ranura para remover chaquetas de 2 a 3mm.
- Aplicable al diámetro de la fibra óptica 0,25-0,9.
- Ajustada de fábrica, no requiere ajustes adicionales.
- No rayará ni cortará la fibra de vidrio.
- Las cuchillas de corte están fabricadas en acero tratado térmicamente y diseñadas con gran precisión para remover el recubrimiento sin dañar la fibra.
- Mango ergonómico.



Figura 24 Peladora cable drop

### 6.3.2. Peladora de fibra óptica

La peladora de fibra óptica realiza todas las funciones comunes de pelado de fibra. Esta peladora de fibra óptica presenta lo siguiente (Cotener Perú, 2021).

- Pela la cubierta del cable de fibra de 1,6 mm a 3,0 mm, el revestimiento amortiguador de 600-900 micrones y el revestimiento de acrilato de 250 micrones para exponer la fibra de vidrio de 125 micrones
- El primer orificio pela la chaqueta de 1,6 mm a 3,0 mm exponiendo la fibra óptica y los miembros de resistencia de Kevlar
- El segundo orificio quita el recubrimiento amortiguador, dejando al descubierto el recubrimiento de acrilato en la fibra óptica
- El tercer orificio quita el revestimiento de acrilato exponiendo la fibra de vidrio sin mellar ni rayar la fibra
- La mandíbula en ángulo guía la fibra hacia el tercer orificio para evitar cortes accidentales de la fibra.
- El bloqueo de seguridad permite que la herramienta se guarde fácilmente cuando no está en uso
- La herramienta está hecha de acero fuerte con alto contenido de carbono y el mango está hecho de TPR (caucho termoplástico) para una alta durabilidad y mayor comodidad.



Figura 25 Peladora de fibra óptica

### 6.3.3. Cortadora mini 50gb+ de fibra

El Cleaver Fiberfox 50g+ es una herramienta robusta y resistente para el corte de fibra óptica a 90 grados. Dispone de un holder para fibras individuales recubiertas de 250 a 900 micrones y Cable Drop. Presenta un sistema de diamante retráctil, que reduce a solo dos pasos el proceso de clivaje (Fiberfox Mini 50GB+ – FibroMarket, n.d.).

## Especificaciones

- Angulo de Corte: 0,5°
- Posición de la fibra: Holder universal.
- Vida Útil de la Cuchilla: 48.000 cortes
- Diámetro de Corte: 8mm-20mm
- Pasos de corte: 2 pasos
- Fibra aplicable: 0.25mm/0.9mm/ Fibra Monomodo/ Pigtail / Cable Interior
- Compartimiento para residuos: Recolección automática.

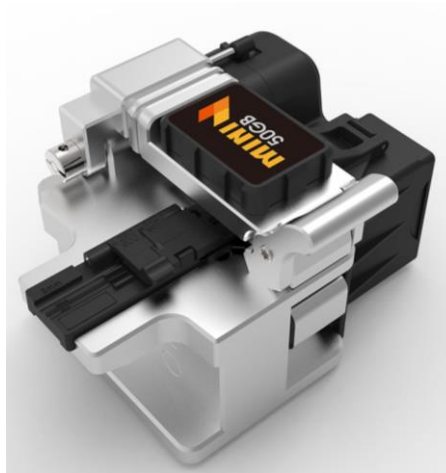


Figura 26 Cortadora Mini 50GB+

### 6.3.4. Localizador visual de fallas

Es una herramienta con forma de lápiz que emite un haz de luz roja de longitud de onda constante y se utiliza junto con conectores o adaptadores ópticos para localizar posibles fallos, problemas de alineación, curvaturas excesivas o para identificar fibras ópticas (Electrosón Telecomunicación, 2022a).



Figura 27 Localizador visual de fallos

### 6.3.5. Kit de limpieza

El kit de limpieza de fibra óptica incluye una gama de productos de limpieza esenciales para preparar los cables de fibra óptica antes de su fusión o conectorización. Los limpiadores de un solo uso garantizan una limpieza impecable de los adaptadores instalados en los paneles de terminación de fibra óptica. También incluye dos tipos de toallitas de limpieza en seco y un tipo de toallitas húmedas (Kommdata, 2023).

- 1 limpiador tipo casete para las ferrules de fibra óptica
- 1 caja de KIMWIPES secos para limpieza, 280 UDS./caja
- 1 limpiador ergonómico One-Click para adaptadores SC/ST/FC
- 1 limpiador ergonómico One-Click para adaptadores LC
- 100 toallitas secas de limpieza de fibras (4''× 4'')
- 20 toallitas humedecidas con alcohol isopropílico
- 1 botella dispensadora de alcohol de 250 ml
- 1 bolsa de transporte portátil (250× 160 × 140 mm)





Figura 28 Kit de limpieza de fibra óptica

#### 6.4. Verificación del armado de un conector mecánico

##### Verificación paso de luz

Una forma de verificar que obtuvimos un ensamble optimo, es por medio de un localizador visual de fallas, el cual está diseñado para comprobar el paso de luz a través de la fibra óptica. (Optronics, s. f.-b)



Figura 29 Verificación con paso de luz

- Localización de Empalmes Defectuosos: Si hay una mala conexión entre dos segmentos de fibra óptica, la VFL ayudará a identificarla revelando las pérdidas de luz en la zona del empalme.
- Inspección de Conexiones: El VFL sirve para verificar las conexiones entre los cables de fibra óptica y los dispositivos activos, como conectores o puertos de equipos, a fin de detectar cualquier problema de alineación o contaminación.

7. **RESULTADOS OBTENIDOS** (A elaborar por el estudiante)
8. **DISCUSIÓN** (A elaborar por el estudiante)
9. **CONCLUSIONES** (A elaborar por el estudiante)
10. **RECOMENDACIONES** (A elaborar por el estudiante)
11. **PREGUNTAS DE CONTROL**

1) **¿Qué tipos de fibra óptica conoce?**

Existen varios tipos de fibra óptica, y a continuación, mencionaremos dos de ellos.

- **Drop**

El cable de fibra óptica Drop es muy recomendable para redes FTTx aéreo, concretamente para conectar cables de fibra óptica externos a instalaciones internas, sirviendo de enlace final para el acceso de los clientes. Este cable está compuesto por un hilo de acero para soporte y tracción. La fibra ITU-T G.657A2 es la más utilizada para este tipo de cables Drop, debido a su radio de curvatura mínimo.

- **ADSS**

Es un tipo de cable de fibra óptica bastante resistente para suspenderse entre estructuras sin utilizar elementos conductores metálicos. Estos cables se instalan junto a las líneas de transmisión existentes y a menudo comparten las mismas estructuras de soporte que las líneas eléctricas. No necesitan cables de soporte ni mensajeros; basta una sola pasada para su instalación, lo que lo convierte en una forma rentable y sencilla de establecer redes de fibra óptica (4net Networks, 2021). La fibra más común es la fibra monomodo ITU-T G652.D (fibra de baja pérdida/atenuación).

2) **Indique al menos 3 tipos de conectores de fibra óptica.**

Existen varios tipos de conectores de fibra óptica (PROMAX, 2019). A continuación, se mencionan tres de los tipos más comunes:

- Conector tipo Standard Connector o SC: Ajuste rápido a presión. Es compacto, permitiendo integrar gran densidad de conectores por instrumento. Se utiliza en FTTH, telefonía, televisión por cable, etc. Para fibras monomodo y multimodo. Pérdidas de 0,25 dB.

- Conector tipo Lucent Connector o LC: Ajuste similar a un RJ45 (tipo push and pull). Más seguro y compacto que el SC, así que permite incluso mayores densidades de conectores en racks, paneles y FTTH. Para fibras monomodo y multimodo. Pérdidas de 0,10 dB.
- Conector tipo Straight Tip o ST: Este tipo de conector ofrece un diseño con férula en forma de bayoneta que permite sostener la fibra para una rápida y sencilla alineación. Para fibras monomodo y multimodo. Sus pérdidas de inserción rondan los 0,25 dB.

**3) Explique las especificaciones técnicas del conector mecánico elegido para la práctica y su importancia.**

Tabla 15 Especificaciones técnicas del conector mecánico SC/APC

Tipo de conector	SC
Tipo de pulido	APC
Tipo de fibra aceptada	SM - Monomodo 9/125
Diámetro de fibras aceptado	Cable plano 3 x 2 mm Fibra 900 µm Cable 2 mm
Fuerza de tensión	30N
Pérdida de inserción	Promedio $\leq 0.3$ dB Máxima $\leq 0.5$ dB
Perdida de retorno	$\geq 55$ dB
Tiempo de ensamble	$\leq 4$ minutos
Cantidad de usos	$\geq 10$ veces
Reconexiones	$\geq 100$ reconexiones
Temperatura de trabajo	-40 °C a +85 °C
Humedad en operación	95%

Es un conector óptico SC estándar de montaje rápido y accionamiento mecánico roscado, que permite terminar fácilmente los extremos de los cables ópticos sin necesidad de fusión ni de utilizar herramientas o accesorios especiales. Se utiliza en instalaciones FTTX en el interior de edificios, donde se requiere una conectorización sencilla, rápida y fiable de los cables de bajada del cliente o de los cables de una sola fibra (Electrosón Telecomunicación, 2022b).

**4) Indique al menos 3 herramientas para el manejo de fibra óptica.**

A continuación, se mencionan las herramientas más comunes para el manejo de fibra óptica.

- Peladora de cable drop
- Peladora de fibra óptica
- Cortadora de fibra óptica
- Localizador visual de fallas

**5) ¿Para qué sirve un VFL?**

Es una herramienta utilizada en la industria de las fibras ópticas para identificar y localizar problemas o fallas en cables de fibra óptica, empalmes y conexiones. Su principal función es emitir un haz de luz visible (generalmente rojo) en el extremo de una fibra óptica y detectar la luz que emerge a lo largo de la trayectoria de la fibra (Mendez, 2023)

## BIBLIOGRAFÍA

4net Networks. (2021, 1 junio). *DATOS QUE DEBES CONOCER DE LOS CABLES ADSS*.

4NetOnline. <https://www.4netonline.com/ws/datos-que-debes-conocer-de-los-cables-adss/>

Bojlesen, W. (2023, 5 enero). *¿Cómo es un cable submarino por dentro?* Cirion Technologies.

<https://blog.ciriontechnologies.com/es/cable-submarino-internet/>

Cotener Perú. (2021, 7 octubre). *Peladora de fibra óptica de tres orificios | JIC - 375 | Cotener*.

Cotener. <https://cotener.com.pe/producto/jic-375-extractor-de-fibra-optica-de-tres-orificios/>

Electrosón Telecomunicación. (2022a, 16 noviembre). *LOCALIZADOR VISUAL DE FALLOS*

*VFL* / [www.electrosontelego.com](http://www.electrosontelego.com).

<https://www.electrosontelego.com/producto/localizador-visual-de-fallos-vfl/>

Electrosón Telecomunicación. (2022b, 16 noviembre). *CONECTOR MECÁNICO SC/APC* /

[www.electrosontelego.com](http://www.electrosontelego.com). <https://www.electrosontelego.com/producto/conector-mecanico-sc-apc-montaje-en-campo/>

*Fiberfox Mini 50GB+ – FibroMarket*. (n.d.). [https://fibromarket.com/product/fiberfox-mini-](https://fibromarket.com/product/fiberfox-mini-50gb/)

[50gb/](https://fibromarket.com/product/fiberfox-mini-50gb/)

Incom. (2022). *¿Qué es el cable de fibra óptica tipo Drop?*

<https://blog.incom.mx/entrada/%C2%BFQu%C3%A9-es-el-cable-de-fibra-%C3%B3ptica-tipo-drop/232>

Kommdata. (2023, 25 agosto). *Kit limpieza Fibra Óptica* | Kommdata.

<https://www.kommdata.com/producto/kit-de-limpieza-para-fibra-optica/>

Market, F. (2022, 6 diciembre). *Conectores mecánicos*. FibraMarket la fibra optica de Mexico.

<https://www.fibramarket.com/conectores-mecanicos/>

Mendez, A. (2023, 10 agosto). *¿Qué es un VFL y para que nos sirve?*

<https://foro.tvc.mx/docs/que-es-un-vfl-y-para-que-nos-sirve>

Optronics. (n.d.-a). *Optronics productos de telecomunicaciones, fibra óptica, cableado estructurado, organización de redes y equipo de medición en México*. Fibremex

Productos De Fibra Óptica Y Telecomunicaciones En México.

<https://optronics.com.mx/conectividad/views/product/configurable/C11-cable-de-fibra-optica-drop-ftth>

Optronics. (s. f.-b). *Manual de operacion conector mecanico SC 900um*.

<https://fibremex.com/fibra->

[optica/public/images/img\\_spl/productos/OPCOMESCPS9UMGOAQ/manual/Manual%20de%20operaci%C3%B3n%20Conectores%20Mec%C3%A1nicos%20SC%20900um.pdf](https://fibremex.com/fibra-optica/public/images/img_spl/productos/OPCOMESCPS9UMGOAQ/manual/Manual%20de%20operaci%C3%B3n%20Conectores%20Mec%C3%A1nicos%20SC%20900um.pdf)

Pelador De Cable De Fibra óptica Drop | Pc Actual. (n.d.). Pelador De Cable De Fibra Óptica

Drop | Pc Actual. <https://pcactual.net/producto/redes/fibra-optica/cortadora-de-fibra-drop>

*Peladora cable drop | optitel*. (s. f.). [https://www.optitelsrl.com/product/peladora-cable-drop-](https://www.optitelsrl.com/product/peladora-cable-drop-fibra-optica/)

[fibra-optica/](https://www.optitelsrl.com/product/peladora-cable-drop-fibra-optica/)

PROMAX. (2019, 26 septiembre). *Tipos de conectores de fibra óptica: guía sencilla*.

<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>

Sheldon. (2022, 8 diciembre). *¿Cuántos tipos de conectores de fibra conoces? | Comunidad FS.*

Knowledge. <https://community.fs.com/es/article/four-types-connectors-of-fiber-optic-patch-cable.html>

Splittel, T.-. G. (n.d.). *Fibremex productos de telecomunicaciones, fibra óptica, cableado estructurado, organización de redes y equipo de medición en México.* Fibremex Productos De Fibra Óptica Y Telecomunicaciones En México.

<https://fibremex.com/fibra-optica/views/Productos/configurables.php?codigo=C5>

ZMS Cables. (2023, 20 abril). *Cable de fibra óptica de alta calidad | Fabricante de cable ZMS.*

zmscjmnt. <https://zmscables.es/cable-de-fibra-optica/>

**Anexo 4. Informe de práctica de laboratorio N1**

**INFORME DE PRÁCTICA # 1**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Introducción al manejo de Fibra Óptica

**2. OBJETIVOS:**

- Identificar los diferentes tipos de fibra óptica y conectores.
- Aprender el funcionamiento de las herramientas más comunes para el manejo de fibra óptica.
- Preparar los materiales necesarios para el ensamblaje de un conector mecánico.
- Realizar el armado de un conector mecánico de fibra óptica.
- Verificar el funcionamiento del conector mecánico utilizando un Localizador Visual de Fallas (VFL).

<b>3. Materiales Y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Conector mecánico SC/APC</li><li>• Fibra óptica tipo drop</li><li>• Alcohol isopropílico</li><li>• Paños para limpieza de fibra óptica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alicata</li><li>• Peladora de fibra óptica (3 ranuras)</li><li>• Peladora de cable drop</li><li>• Cortadora de fibra óptica</li><li>• Localizador visual de fallas</li></ul>

**5. RESULTADOS OBTENIDOS**

Durante la práctica, se logró identificar y manipular las herramientas más comunes utilizadas en el manejo de fibra óptica. Estas herramientas desempeñan un papel fundamental en cualquier instalación o mantenimiento de redes de fibra óptica.



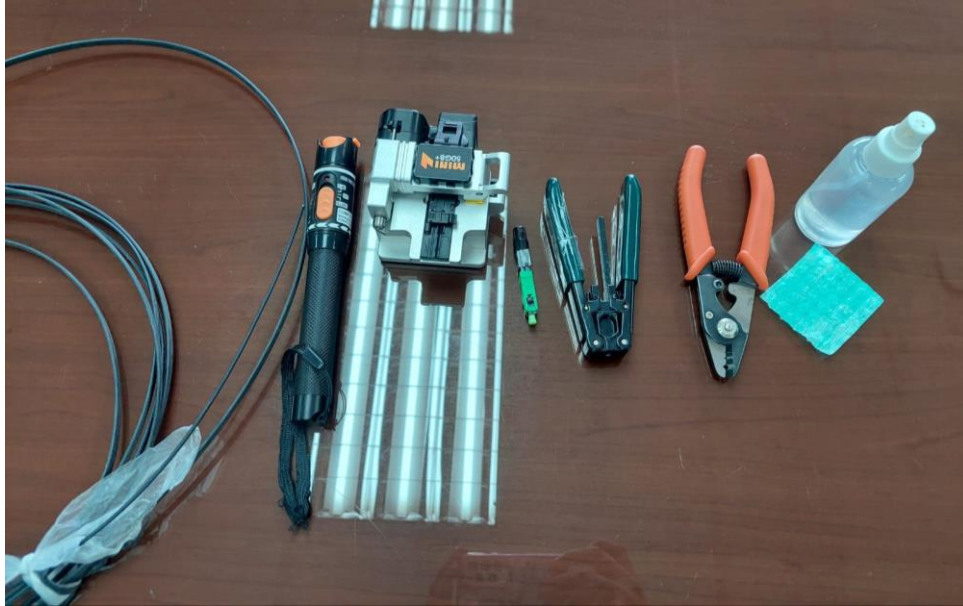


Figura 30 Herramientas para el manejo de fibra óptica

Como resultado, se logró el armado de un conector mecánico en ambos extremos de la fibra óptica. Se verificó que el conector se mantenga fijo y seguro, evitando cualquier desplazamiento u holgura en la fibra.



Figura 31 Armado de un conector mecánico en ambos extremos de la fibra óptica

Se verificó el funcionamiento del conector mecánico utilizando el VFL, a través del cual se pudo observar que la luz se transmitió correctamente a través de la fibra hasta el otro extremo. Este

resultado confirma que el conector mecánico está operando adecuadamente y que la transmisión de luz a través de la fibra óptica se está realizando sin problemas.

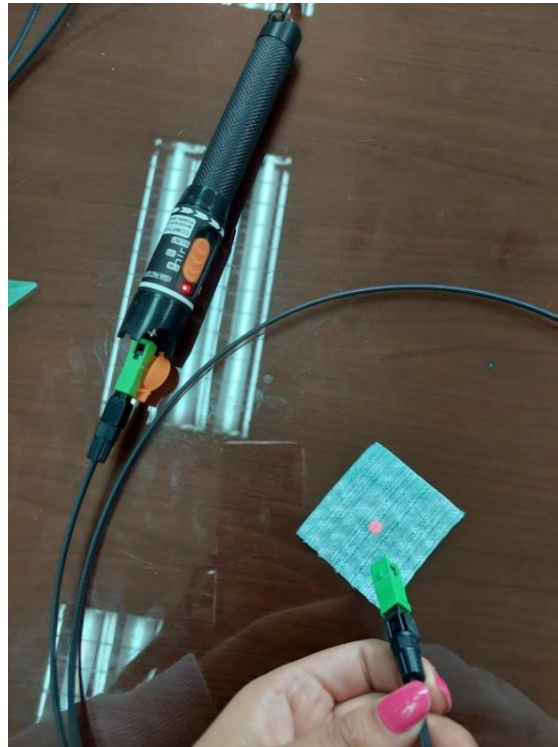


Figura 32 Pruebas con VFL desde un extremo del conector SC/APC



Figura 33 Pruebas con VFL desde el otro extremo del conector SC/APC

## **6. DISCUSIÓN**

En la presente práctica se emplearon las herramientas más comunes en el manejo de fibra óptica, lo cual permitió llevar a cabo el proceso de armado del conector mecánico. Para ello se definieron algunas etapas: preparación de la fibra, preparación del conector, inserción de la fibra en el conector, fijación de la fibra en el conector y pruebas de verificación utilizando el VFL.

Entre los inconvenientes encontrados, en la etapa de preparación de la fibra no se verificó las especificaciones técnicas que el fabricante del conector mecánico recomendaba para determinar la longitud de recubrimiento a retirar y la cantidad de fibra pura a cortar. Por tal motivo, fue necesario repetir nuevamente el proceso con las longitudes sugeridas por el fabricante, obteniendo así un resultado favorable.

Mediante el VFL se verificó el correcto funcionamiento del conector mecánico al enviar luz de un extremo de la fibra al otro. Sin embargo, se pudo observar que cuando el conector no se asegura o realiza correctamente, la luz emitida por el VFL es nula o casi imperceptible.

## **7. CONCLUSIONES**

- La práctica permitió identificar y manipular las herramientas más comunes en el manejo de la fibra óptica. Además, proporcionó una base sólida para el manejo de la fibra óptica, permitiendo adquirir habilidades prácticas en las comunicaciones ópticas.
- El proceso de armado del conector mecánico en ambos extremos de la fibra óptica, permitió identificar las distintas partes del conector, así como los materiales necesarios para su armado y correcta fijación.
- Se utilizó el VFL para realizar pruebas de funcionamiento del conector mecánico mediante la luz que se propaga a través de la fibra óptica. Durante estas pruebas, se verificó que la luz llega correctamente a cada uno de los extremos de la fibra óptica.

## **8. RECOMENDACIONES**

- Para evitar daños en la fibra óptica o conexiones defectuosas, se recomienda utilizar las herramientas adecuadas para el manejo de la fibra y el armado del conector mecánico.

- Se recomienda verificar las especificaciones técnicas sugeridas por el fabricante del conector mecánico para determinar correctamente la longitud de recubrimiento a retirar y la cantidad de fibra pura a cortar.
- Se recomienda que la fibra quede perfectamente alineada al momento de insertarla en el conector. Además, la fijación del conector debe quedar firme y segura para así evitar pérdidas en la señal.

**Anexo 5. Guía de práctica de laboratorio N2**

**GUÍA DE PRÁCTICA # 2**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Fusión de Fibra Óptica

**2. OBJETIVOS:**

- Comprender los conceptos básicos de la fusión de fibra óptica.
- Familiarizarse con la fusionadora de fibra óptica para llevar a cabo el proceso de fusión.
- Preparar los materiales necesarios para la fusión de fibra óptica.
- Realizar el proceso de fusión de fibra óptica.
- Realizar pruebas de verificación utilizando el Localizar Visual de Fallas (VFL) para inspeccionar la calidad de la fusión de fibra óptica.

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pigtaills de fibra óptica SC/APC</li><li>• Tubillo termocontraible</li><li>• Alcohol isopropílico</li><li>• Paños para limpieza de fibra óptica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fusionadora de fibra óptica</li><li>• Peladora de fibra óptica (3 ranuras)</li><li>• Cortadora de fibra óptica</li><li>• Localizador visual de fallas</li></ul>

**5. INSTRUCCIONES:**

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido consumo de alimentos.

- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## 6. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1. Antes de empezar con el proceso de fusión, introducir el tubillo termocontraible en uno de los cables de fibra óptica.

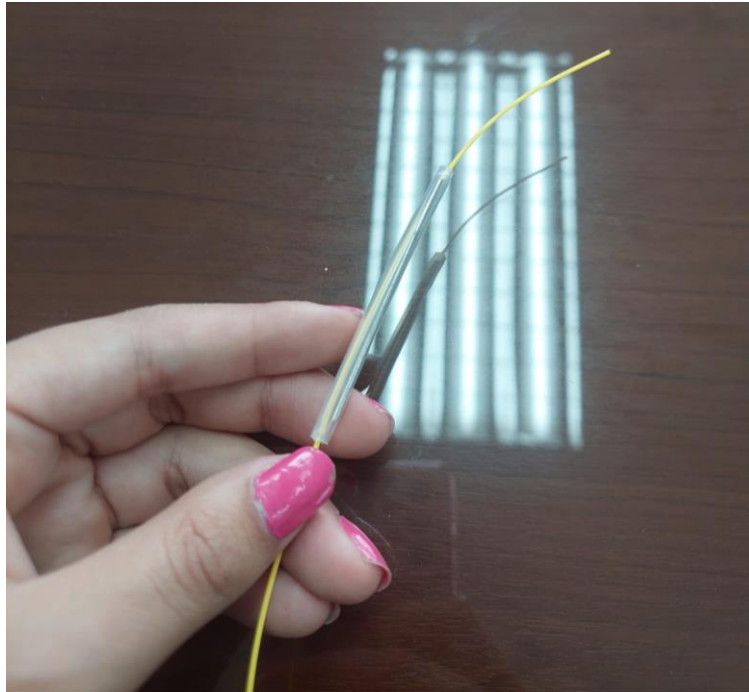


Figura 34 Insertar tubillo termocontraible en uno de los cables de fibra óptica

2. Usar la peladora de 3 ranuras para retirar el recubrimiento del hilo de fibra óptica. Se debe colocar el hilo de fibra en la ranura más pequeña y halar.

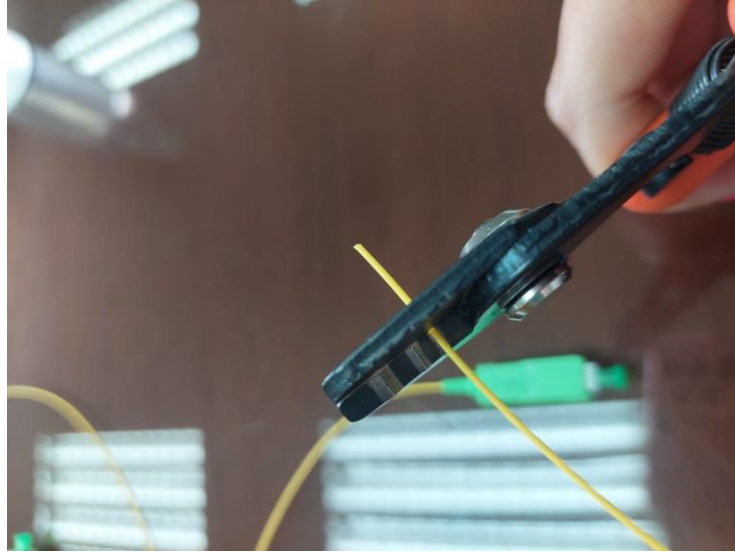


Figura 35 Retirar el recubrimiento del hilo de fibra óptica

3. Limpiar cuidadosamente la fibra con un paño y alcohol isopropílico.



Figura 3 Limpieza de la fibra

4. Colocar la fibra en la cortadora con el fin de cortar la longitud de fibra que debe permanecer descubierta (Aproximadamente 15 mm). Se recomienda colocar recta la fibra para obtener un corte perfecto.

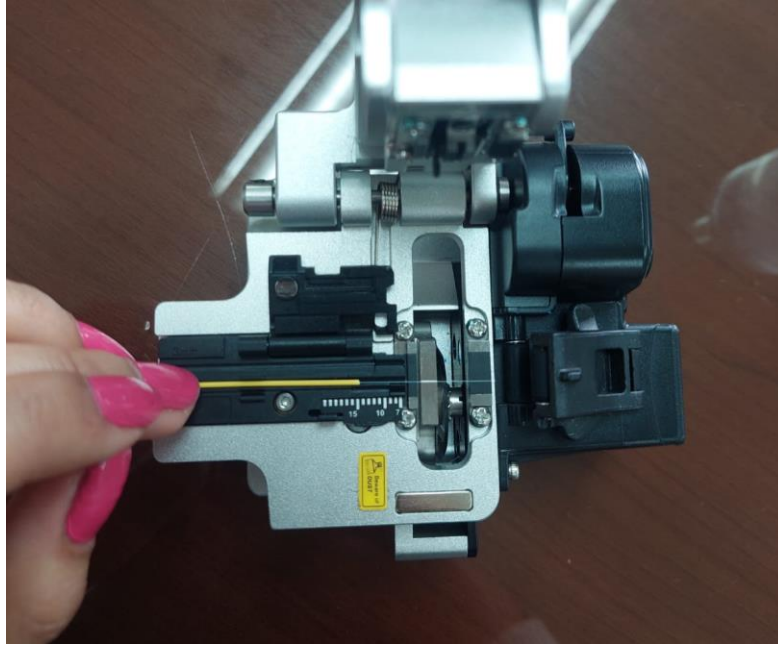


Figura 4 Colocar la fibra en la cortadora

5. Encender la fusionadora. Posteriormente colocar y asegurar los extremos de la fibra óptica en las guías de la fusionadora. Se debe tener en cuenta que deben quedar alineados entre sí y centrados respecto a los electrodos.

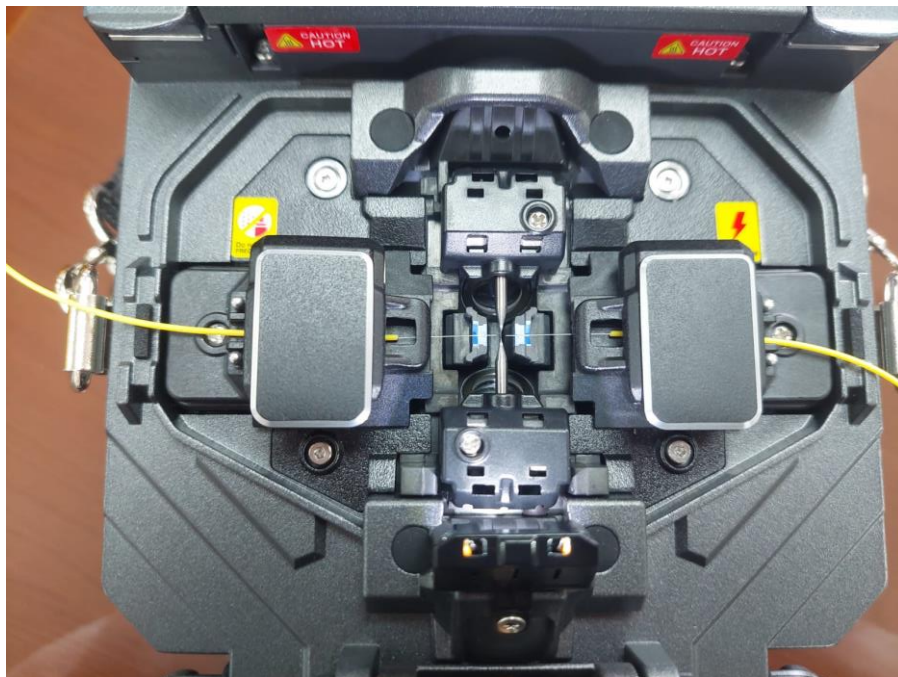


Figura 5 Colocar la fibra óptica en las guías de la fusionadora

6. Retirar la fibra de las guías cuidadosamente y cubrir la fusión con el tubillo termocontraíble.





Figura 6 Cubrir la fusión con el tubillo termocontraíble

7. Introducir en el horno de fusión y esperar durante unos segundos, hasta que el tiempo establecido en la fusionadora termine.



Figura 7 Introducir en el horno de fusión

8. Verifique que la fusión se ha realizado correctamente utilizando el VFL. Se debe realizar el mismo proceso en el otro extremo de la fibra.

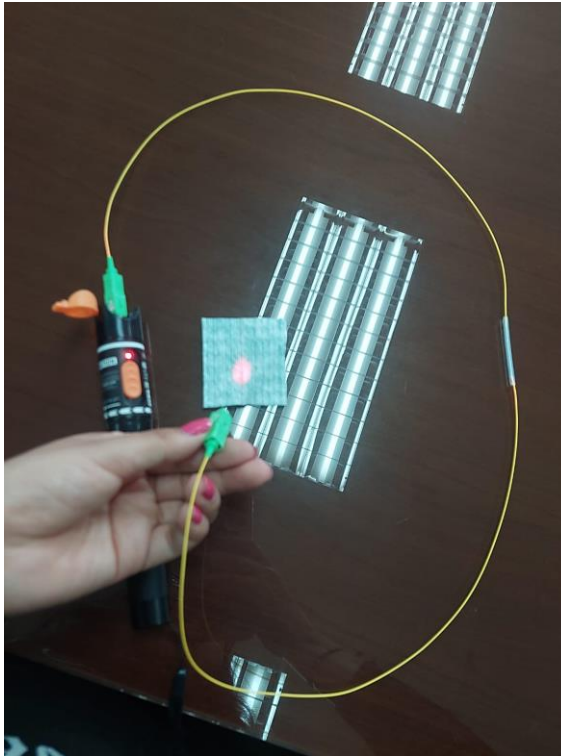


Figura 8 Pruebas de verificación con VFL

**7. MARCO TEÓRICO: (a elaborar por el estudiante)**

- Tipos de fibra óptica
- Tipos de empalmes de fibra óptica
- Herramientas para la fusión de fibra óptica
- Equipos para la fusión de fibra óptica
- Verificación del armado de un patch de fibra óptica

**8. RESULTADOS OBTENIDOS: (A elaborar por el estudiante)**

**9. DISCUSIÓN: (A elaborar por el estudiante)**

**10. CONCLUSIONES: (A elaborar por el estudiante)**

**11. RECOMENDACIONES: (A elaborar por el estudiante)**

**12. PREGUNTAS DE CONTROL: (Deben ser respondidas por el estudiante)**

- 1) Explique las especificaciones técnicas del cable de fibra óptica elegido para la práctica y su importancia.
- 2) Indique al menos 3 funciones que realiza la fusionadora para llevar a cabo el proceso de fusión.

- 3) Indique al menos 3 diferencias entre el pigtail y patch cord de fibra óptica.
- 4) ¿Cuál es la pérdida por fusión de fibra óptica? y ¿Cuál es la pérdida por fusión esperada al utilizar la fusionadora? Compare.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Anexo 6. Preparatorio de práctica de laboratorio N2**

**PREPARATORIO DE PRÁCTICA # 2**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Fusión de Fibra Óptica

**2. OBJETIVOS:**

- Comprender los conceptos básicos de la fusión de fibra óptica.
- Familiarizarse con la fusionadora de fibra óptica para llevar a cabo el proceso de fusión.
- Preparar los materiales necesarios para la fusión de fibra óptica.
- Realizar el proceso de fusión de fibra óptica.
- Realizar pruebas de verificación utilizando el Localizador Visual de Fallas (VFL) para inspeccionar la calidad de la fusión de fibra óptica.

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pigtailes de fibra óptica SC/APC</li><li>• Tubillo termocontraible</li><li>• Alcohol isopropílico</li><li>• Paños para limpieza de fibra óptica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fusionadora de fibra óptica</li><li>• Peladora de fibra óptica (3 ranuras)</li><li>• Cortadora de fibra óptica</li><li>• Localizador visual de fallas</li></ul>

**5. INSTRUCCIONES:**

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido el consumo de alimentos.

- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1. Tipos de fibra óptica**

Dependiendo del material del que esté hecha la fibra óptica, se pueden distinguir tres tipos de estos cables, que se diferencian en su finalidad y propiedades (Rodríguez, 2020):

- Fibra de vidrio óptica, a menudo hecha de vidrio de cuarzo de alta calidad.
- Fibra óptica plástica con núcleo de plástico orgánico.
- Fibra óptica semiconductorizada caracterizada por un núcleo semiconductor.

La capa exterior de la fibra óptica está hecha de materiales plásticos, a menudo resistentes a la temperatura y a los cambios en las propiedades mecánicas. Dependiendo del propósito del cable, se selecciona de tal manera que contrarreste los factores que prevalecen en el entorno de trabajo (Rodríguez, 2020). A continuación, se señalan tres formas en las que se presenta la fibra óptica:

#### **Patch cords**

Los cables de conexión son cables de fibra óptica que tienen conectores en ambos extremos. Están destinados a simplificar la instalación, facilitar la distribución de la señal y crear conexiones efectivas entre diferentes dispositivos de telecomunicaciones o componentes de fibra óptica (Español, 2023).



Figura 1 Patch cord SC/APC - SC/APC

Pueden tener varias aplicaciones para conectar directamente dos dispositivos activos (conmutador, enrutador, OLT, ONT, SFP, etc.), conectar un dispositivo activo a una unidad pasiva (ODF, Roseta) o conectar dos unidades pasivas (TECNIT, s. f.).

### **Pigtails**

Es un cable de fibra óptica que tiene un extremo con un conector ya instalado de fábrica, mientras que el otro extremo no está finalizado. Esto permite conectar un extremo del conector al equipo, mientras que el otro extremo se integra al cable de fibra óptica (Sheldon, s. f.-a).

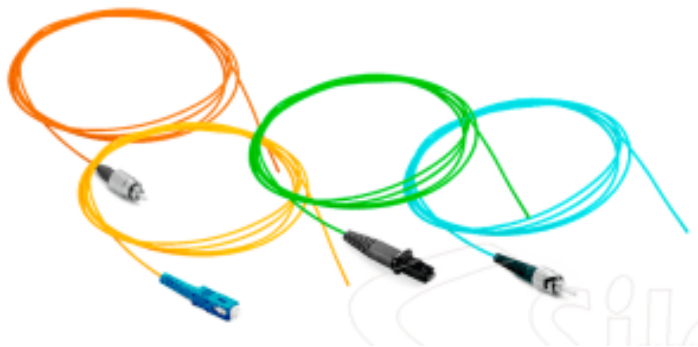


Figura 2 Pigtails de fibra monomodo y multimodo

Estos pigtails son usados para finalizar cables de fibra óptica mediante fusión o empalme mecánico. Por lo general, se encuentran en equipos de gestión de fibra óptica, como ODF, en cajas de terminales de fibra y en cajas de distribución (Sheldon, s. f.-a).

### **Cables**

El cable de fibra óptica es un componente de red que contiene hebras de fibra de vidrio encapsuladas en un recubrimiento aislante. Están específicamente diseñados para redes de datos de alto rendimiento y telecomunicaciones a larga distancia. En contraste con los cables más convencionales, las fibras ópticas ofrecen una capacidad de ancho de banda superior y tienen la capacidad de transmitir datos a distancias considerablemente mayores. Son compatibles con la mayoría de los sistemas telefónicos, de televisión por cable e internet a nivel global (Admin, 2021).

## 6.2. Tipos de empalmes de fibra óptica

El empalme de fibra óptica forma una unión permanente entre dos fibras, por lo que su uso se limita a lugares donde no se prevé la necesidad de mantener los cables para realizar mantenimientos en el futuro. La principal aplicación suele ser la unión de cables en largas extensiones en ambientes exteriores, especialmente cuando la longitud requiere el uso de más de un cable (FOM, 2023). Existen dos tipos de empalmes:

### Empalmes Mecánicos

Se realiza un empalme con una herramienta que alinea los extremos de las dos fibras y las mantiene juntas con un gel o pegamento de equalización de índices. Los empalmes mecánicos se utilizan en restauraciones, pero con práctica y el uso de una cortadora de precisión, como las que se usan para el empalme por fusión, pueden funcionar bien tanto con fibras monomodo como con fibras multimodo (FOM, 2023).



Figura 3 Empalmes mecánicos

Según (FOM, 2023) los empalmes mecánicos se utilizan cuando:

- Un gran número de equipos de corte y empalme (ventaja de bajo costo en herramientas)
- Pequeño número de empalmes

- Fibras multimodo viejas
- Reparación rápida

## **Empalme por fusión**

El empalme por fusión es la técnica más utilizada debido a su capacidad para minimizar las pérdidas y la reflectancia, además de ofrecer la unión más resistente y confiable. Prácticamente todos los empalmes de fibra monomodo se realizan mediante fusión. Por otro lado, el empalme mecánico se emplea para reparaciones temporales y conexiones de fibras multimodo (FOM, 2023).



Figura 4 Empalme por fusión

Los empalmes por fusión unen dos fibras ópticas mediante un arco eléctrico. Por razones de seguridad, es fundamental no realizar estos empalmes en entornos cerrados, como alcantarillas o áreas con potencial explosivo. Por lo general, se llevan a cabo en un entorno adecuado, como un camión o tráiler especialmente equipado para esta labor (FOM, 2023).

## **6.3. Herramientas para la fusión de fibra óptica**

### **6.3.1. Fusionadora fiberfox mini 5c**

La fusionadora mini 5C utiliza un sistema de alineación automática basada en el núcleo de las fibras para garantizar una alineación precisa durante el proceso de fusión. Además, cuenta con un innovador soporte diseñado específicamente para la fusión de conectores FTTH. Este kit incluye 2 baterías, un mini cleaver 50G para preparar las fibras antes de la fusión, un par de electrodos de



reposición, un jack para conector de 12V, un soporte para conectores y un soporte de conector para la hornilla. (Fiber Fox, n.d.)



Figura 5 Características generales de la fusionadora fiberfox mini 5c

A continuación, se detallan las especificaciones técnicas de la fusionadora.

Tabla 1 Especificaciones técnicas FiberFox Mini 5C

Características	Descripción
Método de empalme	Alineación por núcleo
Pérdida promedio	SM(0.02dB) / MM(0.01dB) / DS(0.04dB) / NZDS(0.04dB) / G.567(0.02dB)
Pérdida de retorno	>> 60dB
Tiempo de empalme	9s promedio SM / SM 7s en modo “Quick”
Vida útil de electrodos	> 3,500 arcos
Fibras aplicables	SM (IYU-TU.625), MM(ITU-TU.651), DS (ITU-T G653), NZDS (ITU-T G655), G657A, G657B 0.25mm, 0.9mm, 2.0mm,2.4mm, 3.0mm, FLAT (cable indoor)
Longitud cortada	Diámetro de revestimiento >0.25mm=8-16mm, Diámetro de revestimiento >0.25mm = 16mm mínimo

Diámetro de revestimiento	100 - 1,000um 80 - 150um
Termo contraíble	40mm, 60mm, conector SOC
Batería	200 ciclos típico (empalme+hornilla) por batería / incluye 2 baterías
Fuente de alimentación	AC 100-240V entrada DC 9-14V
Monitor	Display Color 4.3" LCD táctil (con protección de vidrio templado)
Cámaras	Sistema de 2 cámaras CCD
Presentación de fibras	X/Y o XY; X, Y individual
Peso	1.39Kg sin Batería y 1,81Kg con Batería
Tamaño	139mm X 123mm X 130mm

(Fiber Fox, n.d.)

### 6.3.2. Peladora de fibra óptica

La peladora de fibra óptica realiza todas las funciones comunes de pelado de fibra. Esta peladora de fibra óptica presenta lo siguiente (Cotener Perú, 2021).

- Pela la cubierta del cable de fibra de 1,6 mm a 3,0 mm, el revestimiento amortiguador de 600-900 micrones y el revestimiento de acrilato de 250 micrones para exponer la fibra de vidrio de 125 micrones
- El primer orificio pela la chaqueta de 1,6 mm a 3,0 mm exponiendo la fibra óptica y los miembros de resistencia de Kevlar
- El segundo orificio quita el recubrimiento amortiguador, dejando al descubierto el recubrimiento de acrilato en la fibra óptica
- El tercer orificio quita el revestimiento de acrilato exponiendo la fibra de vidrio sin mellar ni rayar la fibra
- La mandíbula en ángulo guía la fibra hacia el tercer orificio para evitar cortes accidentales de la fibra.
- El bloqueo de seguridad permite que la herramienta se guarde fácilmente cuando no está en uso

- La herramienta está hecha de acero fuerte con alto contenido de carbono y el mango está hecho de TPR (caucho termoplástico) para una alta durabilidad y mayor comodidad.



Figura 6 Peladora de fibra óptica

### 6.3.3. Cortadora mini 50gb+ de fibra

El Cleaver Fiberfox 50g+ es una herramienta robusta y resistente para el corte de fibra óptica a 90 grados. Dispone de un holder para fibras individuales recubiertas de 250 a 900 micrones y Cable Drop. Presenta un sistema de diamante retráctil, que reduce a solo dos pasos el proceso de clivaje (Fiberfox Mini 50GB+ – FibroMarket, n.d.).

#### Especificaciones

- Ángulo de Corte: 0,5°
- Posición de la fibra: Holder universal.
- Vida Útil de la Cuchilla: 48.000 cortes
- Diámetro de Corte: 8mm-20mm
- Pasos de corte: 2 pasos
- Fibra aplicable: 0.25mm/0.9mm/ Fibra Monomodo/ Pigtail / Cable Interior
- Compartimiento para residuos: Recolección automática.

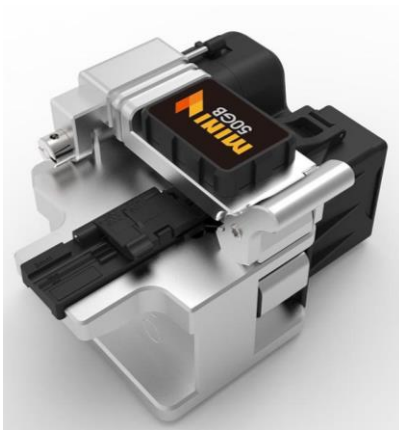


Figura 7 Cortadora Mini 50GB+

#### 6.3.4. Tubillo termocontraíble

El tubillo termocontraíble se emplea para proteger, sellar, aislar y reparar cables. Consiste en tubos de plástico o goma que, al aplicar calor, se contraen. Estos tubos pueden fabricarse con diferentes materiales como PTFE, neopreno, PVC y poliolefina. La mayoría se basa en un proceso de expansión: durante la fabricación, el tubo se calienta cerca de su punto de fusión, se estira y se enfría rápidamente para mantener su forma expandida. En la instalación, se aplica calor al tubo para que regrese a su tamaño original (R.S. Hughes Co., Inc., s. f.).



Figura 8 Tubillo termocontraíble

#### 6.4. Verificación del armado de un patch de fibra óptica

Según (Martinez, n.d.) el cable de Fibra óptica debería ser verificado en tres etapas:

1ª Etapa: Recepción del suministro.

- Localización de defectos de fabricación.
- Localización de defectos por transporte.

2ª Etapa: Realización del conexionado.

- Localización defectos de instalación.

- Localización de defectos en el montaje de conectores en campo.
- Localización de defectos en el proceso de empalmes de las fibras ópticas.

3ª Etapa: Ensayo de aceptación.

- Certificación de la red.
- Cumplimiento con especificaciones de servicio.

#### 6.4.1. Inspección visual

Microscopios (inspección del conexionado en campo y taller). (Martinez, n.d.)



Figura 9 Inspección visual

Según (Martinez, n.d.) el procedimiento es el siguiente:

- Limpiar la superficie a inspeccionar.
- Seleccionar el tipo de adaptador en el microscopio.
- Ajustar el enfoque.
- Verificar estado.

#### 6.4.2. Identificador de fibras



Figura 10 Localizador visual de fallas

- Identificar la disposición de la fibra óptica.
- Localización de empalmes en cajas.
- Localización de roturas de fibra óptica en cordones y cables.
- Comprobador de continuidad óptica. (Martinez, n.d.)

### 6.4.3. Medida de potencia óptica

- Adaptadores para fibra desnuda (conexión de cable de fibra óptica).
- Medidor de potencia (Selector de longitud de onda adecuada).
- Fuente de emisión (Led o láser adecuado a la longitud de onda).  
Según (Martinez, n.d.) el procedimiento es el siguiente:
- Puesta en marcha de los equipos (para su estabilidad).
- Seleccionar longitud de onda en ambos equipos.
- Calibrar el equipo mediante cordones de parcheo y adaptador.
- Puesta a "0 dBr" o anotar el valor de potencia (dB) de la fuente.
- Conectar el cordón "A" al adaptador del tramo a comprobar.
- Conectar el cordón "B" al adaptador del tramo a comprobar.
- Registrar valor obtenido, repetir procedimiento o con el resto.

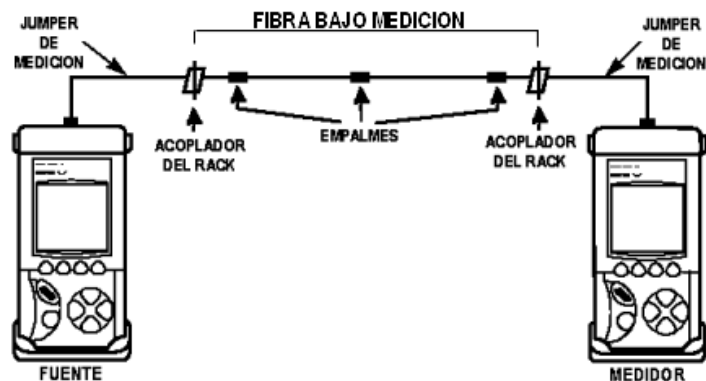


Figura 11 Medición de potencia de fibra óptica

#### 6.4.4. Medida de Retroesparcimiento (OTDR)

Reflectómetro óptico con base de dominio en el tiempo, envío de cortos impulsos de luz para determinar características (longitud, pérdidas, etc.) (Martinez, n.d.).

- Longitud de onda adecuada  $\lambda$ .
- Conexión apropiado.
- Rango dinámico suficiente (según longitud de onda).
- Uso del eliminador de zona muerta (fibra de lanzamiento).



Figura 12 Uso del OTDR

Según (Martinez, n.d.) el procedimiento para el uso del OTDR es el siguiente:

- Puesta en marcha del equipo (para su estabilidad).
- Seleccionar longitud de onda  $\lambda$ .
- Comprobación del rango dinámico para la medida total de eventos.
- Conectar al equipo la fibra de lanzamiento (200-500 mts para MM / 1000 mts para SM).
- Realizar primer barrido para determinar fibra de lanzamiento.

- Introducir parámetros de identificación y medidas ( $\lambda$ , IR (índice de refracción), longitud, origen, final, etc).
- Realizar primera medida en una fibra óptica del cable o tramo a medir.
- Tomando la primera como referencia, realizar el resto de medidas.
- Analizar eventos y determinar el final del tramo.
- Realizar la misma operación en el sentido contrario.

#### Eventos

- Zona muerta.
- Reflexión (Fresnel).
- Pérdidas por empalme.
- Reflexión final de fibra.
- Valor de atenuación por tramo.

**7. RESULTADOS OBTENIDOS (A elaborar por el estudiante)**

**8. DISCUSIÓN (A elaborar por el estudiante)**

**9. CONCLUSIONES (A elaborar por el estudiante)**

**10. RECOMENDACIONES (A elaborar por el estudiante)**

**11. PREGUNTAS DE CONTROL (A elaborar por el estudiante)**

- 1) Explique las especificaciones técnicas del cable de fibra óptica elegido para la práctica y su importancia.**

Tabla 2 Especificaciones técnicas del pigtail SC/APC

Conector A		Conector B	
Tipo de conector	SC	Tipo de conector	Sin terminar
Tipo de pulido	APC	Tipo de fibra	Simplex
Tipo de fibra	Monomodo 9/125 $\mu\text{m}$	Diámetro del cable	0.9mm
Longitud de onda	1310nm / 1550nm	Durabilidad	>1000 veces
Pérdida de Inserción	$\leq 0.3$ dB	Intercambiabilidad	$\leq 0.2$ dB
Perdida de retorno	$\geq 60$ dB	Vibración	$\leq 0.2$ dB
Vida media	500 ciclos	Color de la chaqueta	Blanco



Temperatura de funcionamiento	-40° C a +75° C	Temperatura de almacenamiento	-40° C a +85° C
-------------------------------	-----------------	-------------------------------	-----------------

Los pigtails de fibra óptica son cables que tienen conectores de fibra óptica en un extremo, mientras que el otro lado permanece sin conectores. Estos pigtails se emplean para finalizar cables de fibra óptica, ya sea mediante fusión o empalme mecánico. Son comúnmente utilizados en dispositivos de gestión de fibra óptica como ODF, cajas de terminales de fibra y distribución, entre otros equipos afines (Microinstalaciones, 2022).

**2) Indique al menos 3 funciones que realiza la fusionadora para llevar a cabo el proceso de fusión.**

- Sistema de alineación automática por núcleo: Alinea los extremos de la fibra de manera precisa y automática antes de empezar la fusión.
- Fusión: El tiempo de empalme es 9 seg SM y 7 seg MM.
- Prueba de tracción: Evalúa la resistencia y calidad de la fusión, aplicando fuerza en un rango de 1.96-2.25N (estándar).

**3) Indique al menos 3 diferencias entre el pigtail y patch cord de fibra óptica.**

Pigtail	Patch cord
Tiene un conector óptico preinstalado en un extremo y donde el otro extremo de fibra desnuda.	Son cables con un conector en cada extremo. Los tipos de conector en cada lado de la fibra pueden ser diferentes o iguales.
Se usa en conexiones de terminales de soldadura in situ. Debe instalarse donde está protegido y requiere empalme por fusión.	Se usa para conectar dos dispositivos activos, conectar un dispositivo activo a una unidad pasiva o conectar dos unidades pasivas.
Se encuentran en equipos de gestión de fibra óptica, como ODF, en cajas de	Se encuentran en conexiones de ONT, SFP, roseta, ODF, conmutador, enrutador, etc.

terminales de fibra y en cajas de distribución.	
Longitud corta.	Longitud variada.

**4) ¿Cuál es la pérdida por fusión de fibra óptica? y ¿Cuál es la pérdida por fusión esperada al utilizar la fusionadora? Compare.**

#### **Pérdida por fusión de fibra óptica**

Según (Sheldon, s. f.-a) las pérdidas por fusión de fibra óptica son las siguientes:

- Fibra multimodo, la pérdida por fusión es de 0.1 a 0.5 dB, siendo 0.3 dB un buen valor promedio.
- Fibra monomodo, la pérdida por fusión típicamente puede ser inferior a 0.05 dB.

#### **Pérdida por fusión esperada al utilizar la fusionadora**

En las especificaciones técnicas de la fusionadora se pueden encontrar se encuentran las pérdidas promedio para cada tipo de fibra y las que se espera obtener en la práctica.

- Fibra monomodo, la pérdida promedio por fusión es 0.02 dB.
- Fibra multimodo, la pérdida promedio por fusión es 0.01dB.
- Fibra G.567, la pérdida promedio por fusión es 0.02 dB.

Se observa que las pérdidas por fusión de fibra y las pérdidas esperadas al utilizar la fusionadora están dentro del mismo rango para lograr una fusión de fibra precisa. Se destaca que, si se obtiene un valor más elevado se deberá realizar un análisis para encontrar la causa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Admin, C. (2021, 27 agosto). *Qué es y para qué sirve el cable de fibra óptica*. Concables.  
<https://concables.cl/que-es-y-para-que-sirve-el-cable-de-fibra-optica/>
- Cotener Perú. (2021, 7 octubre). *Peladora de fibra óptica de tres orificios | JIC - 375 | Cotener*.  
Cotener. <https://cotener.com.pe/producto/jic-375-extractor-de-fibra-optica-de-tres-orificios/>
- Español, F. E. (2023, 12 octubre). *La importancia de los patch cords de alta calidad en la transmisión por fibra óptica*. <https://es.linkedin.com/pulse/la-importancia-de-los-patch-cords-alta-calidad-en-whb9f>
- Fiber Fox. (n.d.). *fusionadora-fiberfox-mini-5c*.  
<https://fibromarket.com/fichas/fusionadoras/fusionadora-fiberfox-mini-5c.pdf>
- Fiberfox Mini 50GB+ – FibroMarket*. (n.d.). <https://fibromarket.com/product/fiberfox-mini-50gb/>
- FOM. (2023, 3 febrero). *Tipos de empalme de fibra óptica – FOM*.  
<https://fibrasopticasdemexico.com/tipos-de-empalme-de-fibra-optica/>
- Martinez, C. (n.d.). *Técnicas de Verificación de Fibra óptica - Conectores-Redes-Fibra óptica-FTTh-Ethernet*. <https://www.conectronica.com/fibra-optica/curso-fibra-optica/tecnicas-de-verificacion-de-fibra-optica>
- Microinstalaciones. (2022, 13 septiembre). *¿Qué es el pigtail de fibra óptica?* Cableado Estructurado, Fibra Óptica, Redes, Consultoría. <https://microinstalaciones.com.ar/que-es-el-pigtail-de-fibra-optica/>
- R.S. Hughes Co., Inc. (s. f.). *Tubos termoretráctiles y aislantes - en stock | R.S. Hughes*.  
<https://www.rshughes.mx/c/Tuberia-Y-Aislamiento->

Termocontraible/5165/#:~:text=El%20tubo%20termocontra%20se%20utiliza,%20neopreno%20PVC%20y%20poliolefina.

Rodriguez, A. (2020, 6 febrero). Patchcords y pigtailes de fibra óptica. *diarioelectronico hoy.com*.  
<https://www.diarioelectronico hoy.com/patchcords-y-pigtails-de-fibra-optica/>

Sheldon. (s. f.-a). *¿Qué es un pigtail (rabillo) de fibra óptica y cómo empalmarlo?* | Comunidad FS. Knowledge. <https://community.fs.com/es/article/what-is-fiber-pigtail-and-how-to-splice-it.html>

Sheldon. (s. f.-b). *¿Cómo reducir varios tipos de pérdidas en la fibra óptica?* | Comunidad FS. Knowledge. <https://community.fs.com/es/article/how-to-reduce-various-types-of-losses-in-optical-fiber.html>

TECNIT. (s. f.). *Patch Cord de fibra SM SC-UPC A SC-UPC CNT NetLife 3MT | TECNIT*.  
<https://tecnit.com.ec/producto/patch-cord-de-fibra-sm-tuolima-sc-upc-a-sc-upc-simplex-9-125um-3mts/>

**Anexo 7. Informe de práctica de laboratorio N2**

**INFORME DE PRÁCTICA # 2**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Fusión de Fibra Óptica

**2. OBJETIVOS:**

- Comprender los conceptos básicos de la fusión de fibra óptica.
- Familiarizarse con la fusionadora de fibra óptica para llevar a cabo el proceso de fusión.
- Preparar los materiales necesarios para la fusión de fibra óptica.
- Realizar el proceso de fusión de fibra óptica.
- Realizar pruebas de verificación utilizando el Localizador Visual de Fallas (VFL) para inspeccionar la calidad de la fusión de fibra óptica.

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pigtailes de fibra óptica SC/APC</li><li>• Tubillo termocontraible</li><li>• Alcohol isopropílico</li><li>• Paños para limpieza de fibra óptica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fusionadora de fibra óptica</li><li>• Peladora de fibra óptica (3 ranuras)</li><li>• Cortadora de fibra óptica</li><li>• Localizador visual de fallas</li></ul>

**5. RESULTADOS OBTENIDOS**

Durante el desarrollo de la práctica se logró identificar y aprender el uso de las herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo el proceso de fusión de fibra óptica (Figura 1); así como los pasos a seguir, los cuales se pueden resumir en: preparación de las herramientas y equipos,

limpieza de la fibra óptica, retiro de chaqueta y demás recubrimientos de la fibra, corte con la cortadora de precisión y finalmente, colocación de la fibra en la fusionadora para la fusión.



Figura 1 Herramientas y equipos para fusionar fibra óptica

Una vez culminado el proceso de fusión, se obtuvo un valor de pérdida ideal de 0.00 dB (Figura 2).

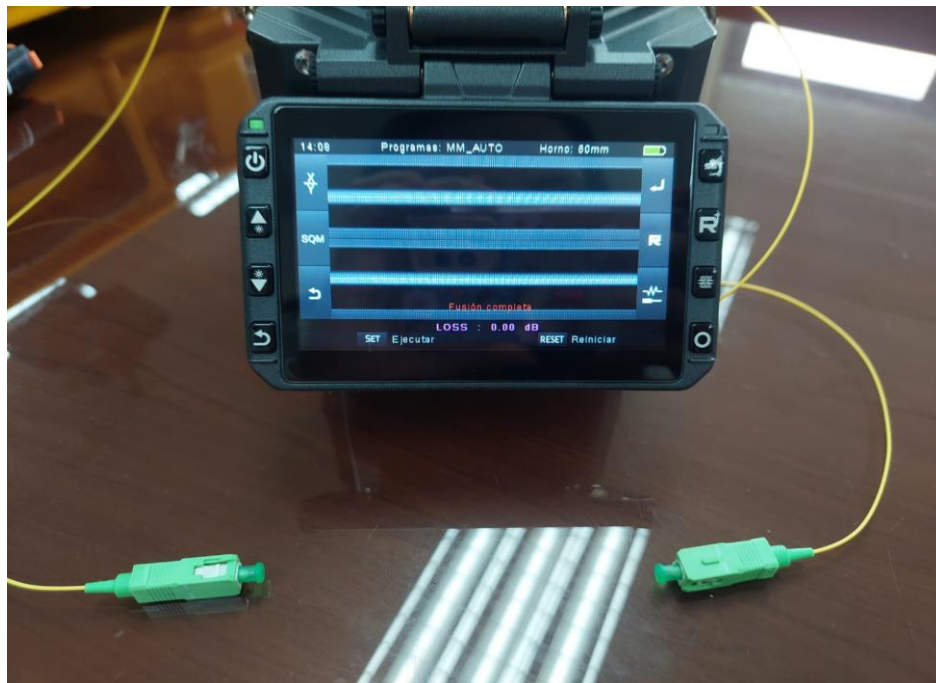


Figura 2 Fusión completa sin pérdidas

Para verificar que la fusión de fibra óptica se realizó correctamente, se utilizó el VFL. De tal forma se pudo observar que la señal de luz se transmitió de manera eficiente a través de la fibra hasta el otro extremo. Este resultado confirma que la fusión es correcta y que la transmisión de luz a través de la fibra óptica se realiza sin problemas.

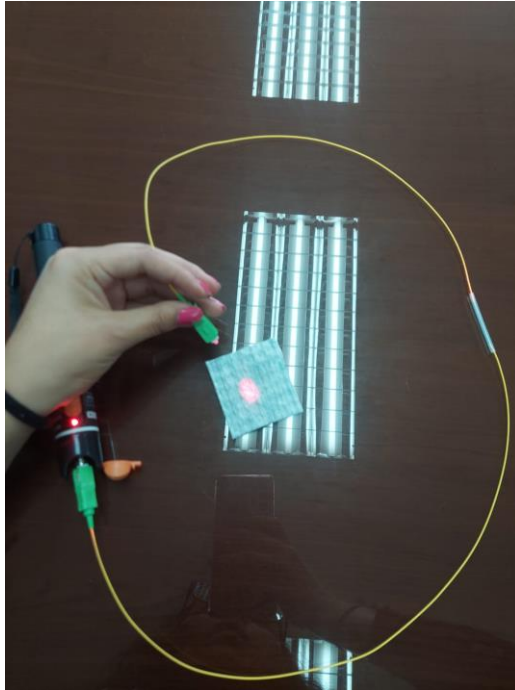


Figura 3 Pruebas con VFL desde un extremo del pigtail SC/APC

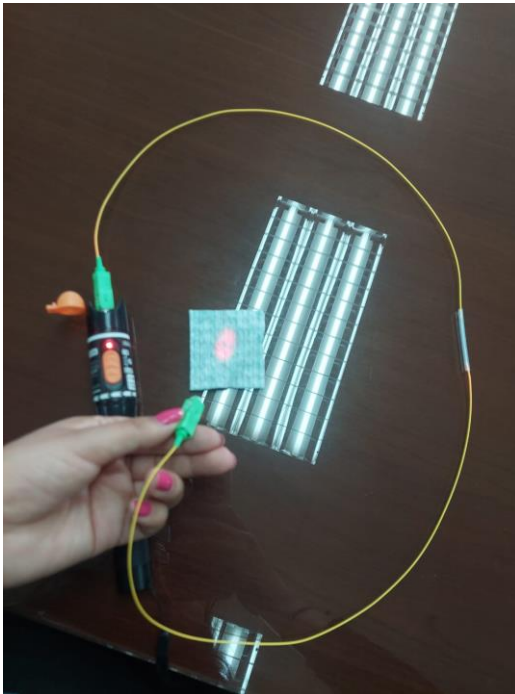


Figura 4 Pruebas con VFL desde el otro extremo del pigtail SC/APC

## **6. DISCUSIÓN**

En la presente práctica se llevaron a cabo los pasos básicos para lograr la fusión de fibra óptica de manera eficiente. Esto implicó el uso adecuado de las herramientas para garantizar una conexión precisa con pérdidas mínimas; en donde el uso adecuado de la fusionadora es fundamental para lograr una fusión de fibra óptica precisa.

Las pérdidas por fusión de fibra multimodo son de 0.1 a 0.5 dB, y para fibra monomodo la pérdida por fusión típicamente puede ser inferior a 0.05 dB. En la práctica se demostró una fusión completa, en este caso se utilizó fibra monomodo obteniendo pérdidas de 0.00 dB. Esto indica que el proceso de fusión se realizó de manera exitosa.

Uno de los problemas encontrados fue que el horno de la fusionadora no se calentaba suficientemente, por lo que fue necesario ajustar los parámetros del horno, según el tipo de fibra y el tamaño del tubillo usado. Para verificar que el empalme se realizó de manera adecuada, se utilizó el VFL para enviar luz de un extremo de la fibra al otro, observando que la luz llega a cada uno de los extremos de la fibra óptica.

## **7. CONCLUSIONES**

- La práctica permitió identificar los pasos esenciales para llevar a cabo el proceso de fusión de fibra óptica. Además, permitió adquirir habilidades prácticas en el manejo de equipos como la fusionadora para lograr empalmes eficientes y de baja pérdida.
- El proceso de fusión de fibra óptica permitió identificar tres etapas fundamentales: preparación, alineación y fusión de la fibra óptica. Este procedimiento resultó en una fusión completa, logrando pérdidas mínimas de 0.00 dB.
- Se utilizó el VFL para evaluar la calidad de la fusión mediante la luz que se propaga a lo largo de la fibra óptica. Durante estas pruebas, se verificó con éxito que la luz llega correctamente a cada uno de los extremos de la fibra óptica, validando la efectividad del proceso de fusión.

## **8. RECOMENDACIONES**



- Se recomienda verificar las especificaciones técnicas de la fusionadora, para su correcta manipulación. Además, se aconseja verificar las pérdidas promedio de fusión para el tipo de fibra que se está utilizando.
- Para evitar daños en la fibra óptica o conexiones defectuosas, se recomienda utilizar las herramientas adecuadas para llevar a cabo el proceso de fusión de fibra óptica.
- Antes de iniciar con la preparación de la fibra óptica, se recomienda colocar el tubillo termocontraíble para proteger la fusión.

**Anexo 8. Guía de práctica de laboratorio N3**

**GUÍA DE PRÁCTICA # 3**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Atenuación Óptica

**2. OBJETIVOS:**

- Identificar los diferentes tipos de atenuadores ópticos.
- Comprender el funcionamiento de un módulo transceiver SFP.
- Medir la potencia óptica en diferentes longitudes de onda utilizando el Medidor de Potencia Óptica (OPM).

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Atenuador SC/UPC 10 dB</li><li>• Atenuador LC/UPC 10 dB</li><li>• Atenuador LC/UPC 5 dB</li><li>• Adaptador SC/UPC – SC/UPC</li><li>• Adaptador SC/APC – SC/APC</li><li>• Adaptador LC/UPC – LC/UPC</li><li>• Patch cord LC/UPC – SC/UPC</li><li>• Patch cord SC/UPC – SC/APC 1.5 m</li><li>• Patch cord SC/APC – LC/UPC 3 m</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transceivers SFP</li><li>• Convertidor de medios</li><li>• Medidor de potencia óptica (OPM)</li></ul>

## 5. INSTRUCCIONES:

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido el consumo de alimentos.
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## 6. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1. Investigar las especificaciones técnicas del módulo SFP que se va a utilizar en la práctica; en este caso, se trabajará en dos longitudes de onda: 1310 nm y 1550 nm. Luego, se deberá colocar el transceiver SFP en el convertidor de medios.



Figura 33 Colocar el transceiver SFP en el convertidor de medios

2. Conectar el patch cord LC/UPC – SC/UPC entre el transceiver y el OPM para medir la potencia inicial (Este valor deberá estar dentro del rango indicado por el fabricante). Vale

mencionar que, en el OPM se debe seleccionar la longitud de onda en la que se va a trabajar antes de conectar el módulo SFP. Esto se realiza para prevenir daños en el equipo.



Figura 34 Medir la potencia inicial

### Primer escenario

3. Conectar el patch cord LC/UPC – SC/UPC al transceiver SFP (ver Fig. 3). Con el extremo del patch cord SC/UPC se debe colocar el atenuador SC/UPC de 10 dB (ver Fig. 4). De forma continua se debe colocar el adaptador SC/UPC – SC/UPC (ver Fig. 5). Posteriormente medir la potencia con el OPM (ver Fig. 6)  
Colocar el valor obtenido en la Tabla 1. Medición de potencia 1310 nm.



Figura 35 Conectar patch cord LC/UPC - SC/UPC



Figura 36 Colocar atenuador óptico SC/UPC



Figura 37 Colocar adaptador SC/UPC - SC/UPC



Figura 38 Medir la potencia con el atenuador óptico

## Segundo escenario

4. Colocar el atenuador LC/UPC de 5dB. La conexión se hace de forma continua; es decir, se pone un adaptador seguido de otro (ver Fig. 10).

- Adaptador SC/UPC – SC/UPC conectado al patch cord SC/UPC – SC/APC.



Figura 39 Adaptador SC/UPC - SC/UPC

- Adaptador SC/APC – SC/APC conectado al patch cord SC/APC – LC/UPC.

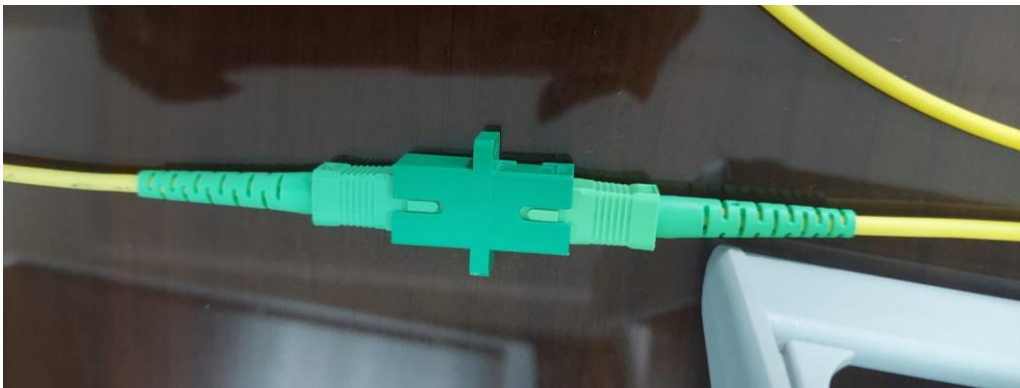


Figura 40 Adaptador SC/APC - SC/APC

- Atenuador LC/UPC, conectado al adaptador LC/UPC – LC/UPC y conectado al patch cord LC/UPC – SC/APC.

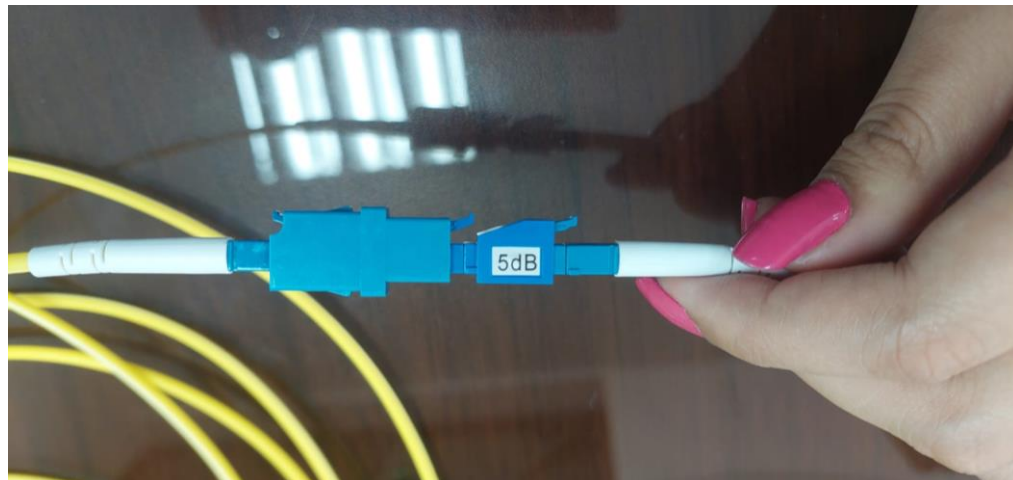


Figura 41 Atenuador LC/UPC y adaptador LC/UPC - LC/UPC

5. Realizar la medición correspondiente de potencia.  
Colocar el valor obtenido en la Tabla 1. Medición de potencia 1310 nm.

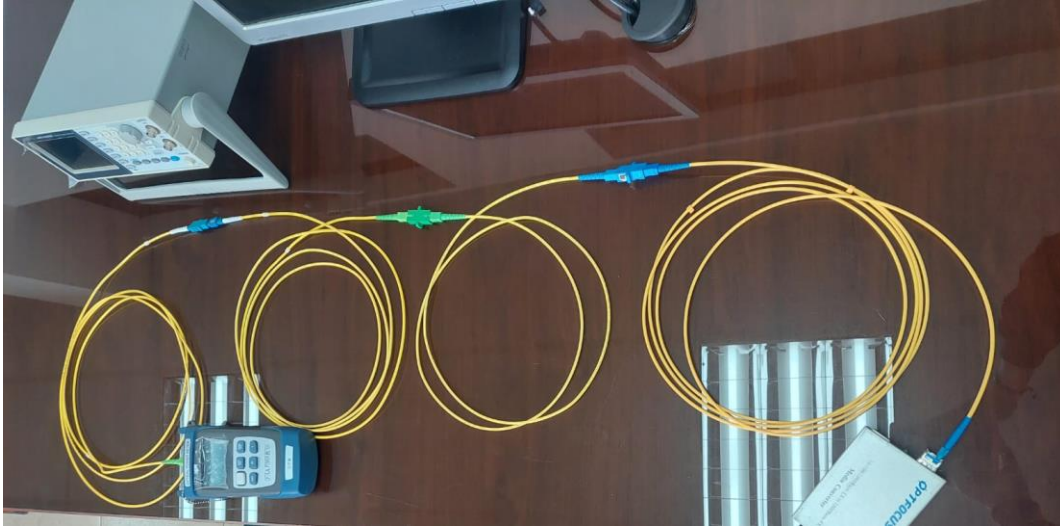


Figura 42 Medir la potencia

### Tercer escenario

6. Colocar los dos atenuadores 10 dB y 5 dB para realizar la medición de potencia correspondiente.
- Atenuador SC/ UPC, conectado al adaptador SC/UPC – SC/UPC y conectado al patch cord SC/UPC – SC/APC.

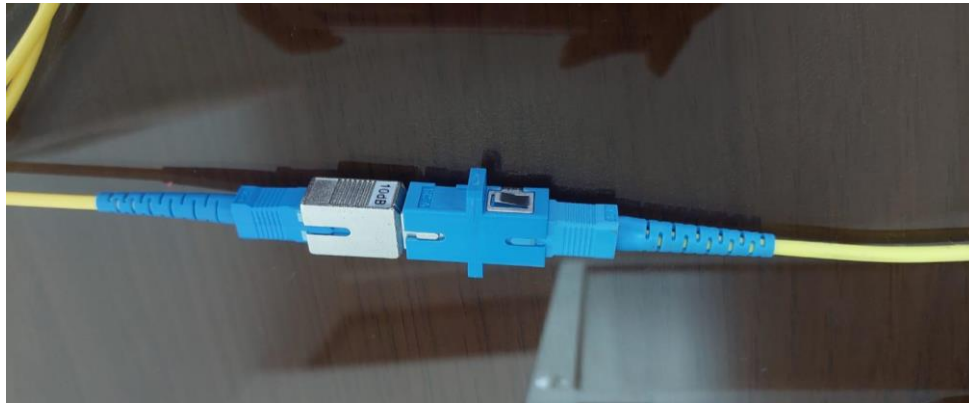


Figura 43 Atenuador SC/UPC y acoplador SC/UPC - SC/UPC

- Adaptador SC/APC – SC/APC conectado al patch cord SC/APC – LC/UPC.



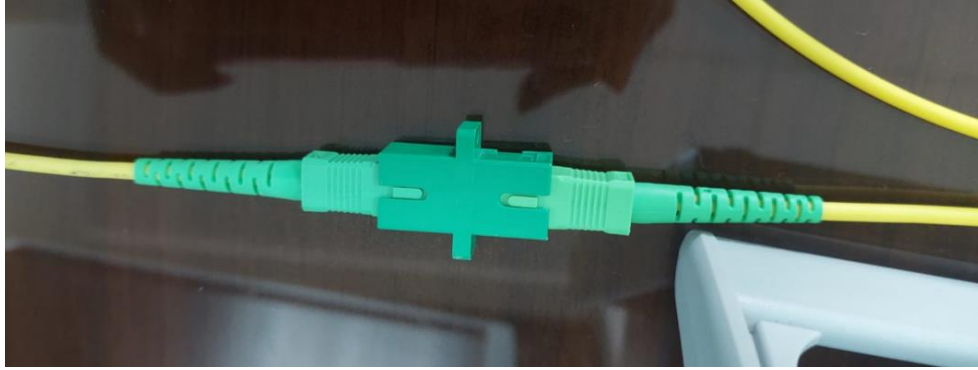


Figura 44 Adaptador SC/APC - SC/APC

- Atenuador LC/ UPC, conectado al adaptador LC/UPC – LC/UPC y conectado al patch cord LC/UPC – SC/APC.

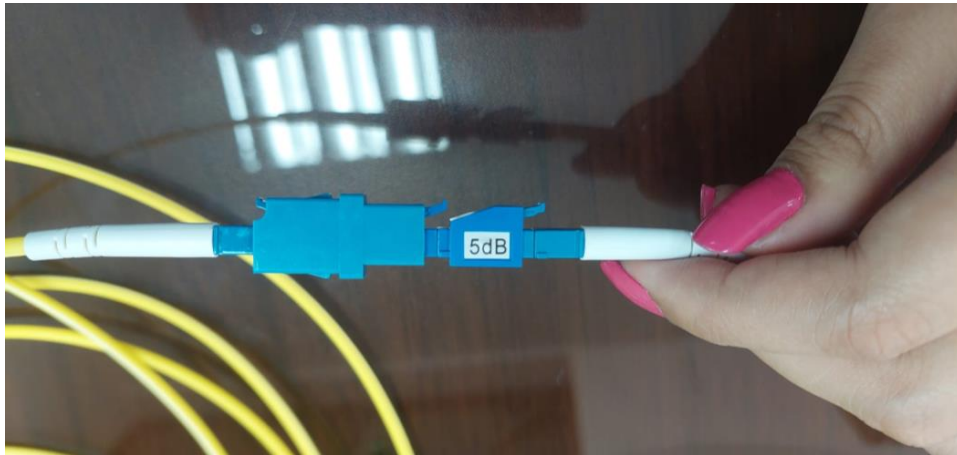


Figura 45 Atenuador LC/UPC y adaptador LC/UPC - LC/UPC

7. Realizar la medición de la potencia correspondiente.  
Colocar el valor obtenido en la Tabla 1. Medición de potencia 1310 nm.



Figura 46 Medir la potencia

8. Realizar el mismo proceso (tres escenarios) con la longitud de onda de 1550 nm.  
Colocar los valores obtenidos en la Tabla 2. Medición de potencia 1550 nm.

Tabla 16 Medición de potencia 1310 nm

Longitud de onda 1310 nm		
Potencia	Valor esperado	Valor medido
Potencia inicial	- 9.5 ~ - 3 dBm	
<b>Primer escenario</b>		
Potencia sin atenuador	- 5.98 dBm	
Atenuador SC/UPC	- 10 dB	
Potencia total	<b>- 15.98 dBm</b>	
<b>Segundo escenario</b>		
Potencia sin atenuador	- 6.40 dBm	
Atenuador LC/UPC	- 5dB	
Potencia total	<b>- 11.40 dBm</b>	
<b>Tercer escenario</b>		
Atenuador SC/UPC	- 10dB	
Atenuador LC/UPC	- 5dB	
Potencia sin atenuadores	- 6.40 dBm	

<b>Potencia total</b>	<b>- 21.4 dBm</b>	
Atenuador SC/UPC	- 10 dB	
Atenuador LC/UPC	- 10 dB	
Potencia sin atenuadores	- 6.40 dBm	
<b>Potencia total</b>	<b>- 26.4 dBm</b>	

Tabla 17 Medición de potencia 1550 nm

<b>Longitud de onda 1550 nm</b>		
<b>Potencia</b>	<b>Valor esperado</b>	<b>Valor medido</b>
Potencia inicial	- 3 ~ + 2 dBm	
<b>Primer escenario</b>		
Potencia sin atenuador	- 2.24 dBm	
Atenuador SC/UPC	- 10 dB	
Potencia total	<b>- 12.24 dBm</b>	
<b>Segundo escenario</b>		
Potencia sin atenuador	- 2.41 dBm	
Atenuador LC/UPC	- 5 dB	
Potencia total	<b>- 7.41 dBm</b>	
<b>Tercer escenario</b>		
Atenuador SC/UPC	- 10 dB	
Atenuador LC/UPC	- 5 dB	
Potencia sin atenuadores	- 2.41 dBm	
<b>Potencia total</b>	<b>- 17.41 dBm</b>	
Atenuador SC/UPC	- 10 dB	
Atenuador LC/UPC	- 10 dB	
Potencia sin atenuadores	- 2.41 dBm	
<b>Potencia total</b>	<b>- 22.41 dBm</b>	

## 7. MARCO TEÓRICO (A elaborar por el estudiante)

- Tipos de atenuadores ópticos

- Transceivers SFP
- Convertidor de medios
- Medidor de potencia óptica

**8. RESULTADOS OBTENIDOS (A elaborar por el estudiante)**

**9. DISCUSIÓN (A elaborar por el estudiante)**

**10. CONCLUSIONES (A elaborar por el estudiante)**

**11. RECOMENDACIONES (A elaborar por el estudiante)**

**12. PREGUNTAS DE CONTROL (Deben ser respondidas por el estudiante)**

- 1) Mencione los tipos de ventanas de transmisión de fibra óptica y el tipo de fibra que se utiliza para cada una.
- 2) Indique al menos 3 características de un convertidor de medios.
- 3) ¿Cuál es la función del transceiver SFP?
- 4) Indique al menos 3 atenuadores ópticos y sus características.
- 5) ¿Para qué sirve un OPM?

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Anexo 9. Preparatorio de práctica de laboratorio N3**

**PREPARATORIO DE PRÁCTICA # 3**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Atenuación Óptica

**2. OBJETIVOS:**

- Identificar los diferentes tipos de atenuadores ópticos.
- Comprender el funcionamiento de un módulo transceiver SFP.
- Medir la potencia óptica en diferentes longitudes de onda utilizando el Medidor de Potencia Óptica (OPM).

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Atenuador SC/UPC 10dB</li><li>• Atenuador LC/UPC 10dB</li><li>• Atenuador LC/UPC 5dB</li><li>• Adaptador SC/UPC – SC/UPC</li><li>• Adaptador SC/APC – SC/APC</li><li>• Adaptador LC/UPC – LC/UPC</li><li>• Patch cord LC/UPC – SC/UPC</li><li>• Patch cord SC/UPC – SC/APC 1.5 m</li><li>• Patch cord SC/APC – LC/UPC 3 m</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transceivers SFP</li><li>• Convertidor de medios</li><li>• Medidor de potencia óptica</li></ul>

## **5. INSTRUCCIONES:**

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido consumo de alimentos.
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1. Tipos de atenuadores ópticos**

Los atenuadores de fibra óptica, también llamados atenuadores ópticos, son dispositivos pasivos que se utilizan para reducir el nivel de potencia de una señal óptica. Debido a que demasiada luz puede saturar el receptor de fibra óptica, a menudo se incorporan atenuadores ópticos al sistema para reducir la salida de luz y lograr el mejor rendimiento del sistema de fibra óptica (Sheldon, s. f.).

Los atenuadores de fibra óptica tienen varias formas. Hay numerosos tipos de atenuadores ópticos disponibles en el mercado, clasificados en función de factores como el tipo de conector y el tipo de cable. En general, se clasifican en atenuadores ópticos fijos (FOA) y atenuadores ópticos variables (VOA). En cuanto a los tipos de cable, también pueden dividirse en atenuadores monomodo y multimodo (Sheldon, s. f.).

#### **6.1.1. Atenuadores ópticos fijos**

Este tipo de atenuador reduce la luz a un cierto nivel, que se determina en el momento de la fabricación. No se puede ajustar más tarde. Son útiles si se sabe que la atenuación requerida no cambiará con el tiempo (Matan, 2023).

Es importante mencionar que están acoplados con conectores del mismo tipo, es decir, FC, ST, SC y LC. Los más comunes son 5 dB, 10 dB, 15 dB y 20 dB.



Figura 47 Atenuador óptico fijo

- **SC:** Se aplica a la interfaz SC de fibra óptica, es muy similar a la interfaz RJ-45, pero la interfaz SC es más plana y la clara diferencia es el toque interior. Si son 8 muescas táctiles delgadas de cobre, es una interfaz RJ-45, y si es una columna de cobre, es una interfaz de fibra SC (FOCC, 2020).



Figura 48 Atenuador SC/APC

- **LC:** Se aplica a la interfaz de fibra LC para conectar el conector del módulo SFP. Se basa en un práctico mecanismo modular de encaje (RJ) (FOCC, 2020).



Figura 49 Atenuador LC/UPC

- **ST:** Aplicado a la interfaz de fibra óptica ST, comúnmente utilizada en racks de distribución de fibra óptica. La caja es redonda y el método de cierre es una hebilla de tornillo (FOCC, 2020).



Figura 50 Atenuador ST/UPC

- **FC:** El refuerzo externo es una funda metálica y el método de fijación es una hebilla de tornillo. El valor de atenuación de nuestro atenuador es más preciso y el precio es más económico (FOCC, 2020).

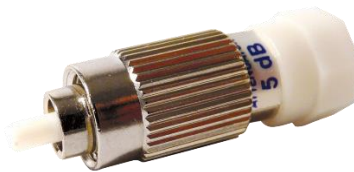


Figura 51 Atenuador SFC/UPC

### 6.1.2. Atenuadores ópticos variables

Los atenuadores ajustables le permiten ajustar el nivel de atenuación según las necesidades del sistema. Esto es útil cuando la atenuación requerida puede cambiar, por ejemplo, si se agregan o eliminan componentes del sistema de fibra óptica (Matan, 2023).

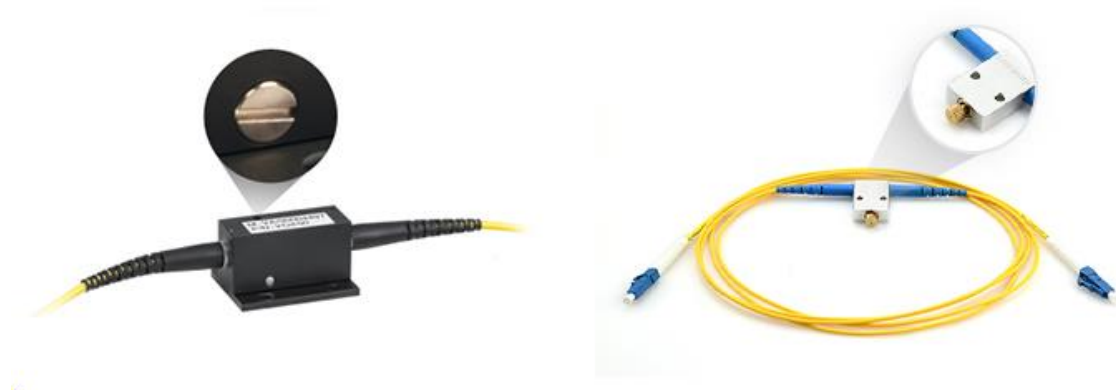


Figura 52 Atenuadores ópticos variables

## 6.2. Transceivers SFP

El transceptor de fibra óptica se usa ampliamente en dispositivos de conectividad de red, como conmutadores, tarjetas de interfaz de red (NIC) y convertidores de medios, lo que los hace esenciales para las conexiones de fibra óptica (Vicent, 2021a).



Transceiver SFP significa factor pequeño de forma conectable o mini GBIC (gigabit interfaz de conversor). Es un transceptor óptico SFP compacto de acoplamiento activo que se utiliza ampliamente para ambas tanto en aplicaciones de telecomunicación como de comunicaciones de datos (Vicent, 2021a).

El transceptor de fibra funciona en la capa física, que es la más baja del modelo OSI. Su función principal consiste en realizar la conversión fotoeléctrica, transformando las señales ópticas en señales eléctricas y viceversa, como se muestra a continuación (Vicent, 2021a).



Figura 53 Transceiver SPF

Este tipo de módulos SFP se convierte en un práctico dispositivo puente que se puede utilizar en espacios reducidos y aprovecha al máximo los puertos SFP del dispositivo. Según (Lorenzo, 2023) las características de este tipo de transceptor incluyen:

- Son compatibles con medios de cobre y fibra óptica, aunque generalmente se suele utilizar fibra óptica, ya sea en monomodo o multimodo, dependiendo de nuestras necesidades.
- Se pueden utilizar tanto en redes 1000BASE-T (Gigabit Ethernet) como en 10GBASE-T (10Gigabit).
- Son intercambiables en caliente, lo que permite a los ingenieros de redes crear o intercambiar conexiones entre redes sobre la marcha, no es necesario apagar los equipos para extraer el SFP, aunque lógicamente no es recomendable que haya tráfico de red viajando por aquí porque produciríamos un corte en la conexión.

Los transceptores SFP nos permiten tener transmisión de datos bidireccional con un lado transmisor (Tx) y un lado receptor (Rx). Para conexiones Ethernet, estos transceptores simplifican la conexión de conmutadores de red al proporcionar conexiones de cobre de alta velocidad sin la necesidad de configurar dispositivos o dispositivos de red adicionales. Además, también pueden admitir estándares como SONET, Fibre Channel, GB Ethernet y redes ópticas pasivas (Lorenzo,

2023).

### 6.2.1. Tipos de transceiver SFP

#### Tipos de transceiver SFP según velocidad de transmisión

Totalmente hay once modelos: GBIC, X2, XENPAK, XFP, SFP, SFP+, SFP28, QSFP, QSFP28, CFP, CFP2, QSFP-DD, etc. A continuación, les presenta los transceptores SFP más utilizados (Vicent, 2021b).

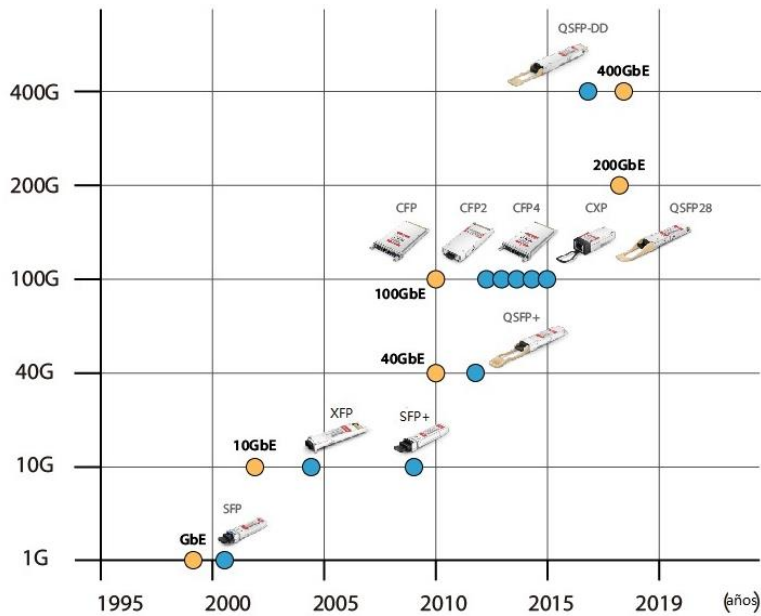


Figura 54 Según velocidad de transmisión

#### Tipos de transceiver SFP según estándar ethernet

A continuación, se indica el tipo de transceiver SFP según estándar ethernet.

Tabla 18 Según estándar ethernet

Estándar ethernet	Tipos de transceptor SFP
Fast Ethernet/Gigabit Ethernet	GBIC, SFP (mini gbic)
10 Gigabit Ethernet	SFP+, XFP
25 Gigabit Ethernet	SFP28
40 Gigabit Ethernet	QSFP+
100 Gigabit Ethernet	QSFP28, CFP/CFP2/CFP4/CXP
400 Gigabit Ethernet	QSFP-DD

Fuente: (Vicent, 2021b)

## Tipos de transceiver SFP según tipos de conector

A continuación, se indica el tipo de transceiver SFP según el tipo de conector.

Tabla 19 Según el tipo de conector

Tipos de conector	Estándar Ethernet
SFP fibra	SFP rj45
100/1000/10G/25G/40G/100GBASE-SR/LR/ER/ZR, etc.	100/1000BASE-T, 10GBASE-T

Fuente: (Vicent, 2021b)

### 6.3. Convertidor de medios

También se le conoce como convertidor óptico a eléctrico, su función es convertir la señal óptica y eléctrica, el proceso de transmisión es aproximadamente el siguiente: las señales eléctricas se convierten en señales ópticas, se transmiten a través de fibras ópticas y luego se convierten las señales ópticas en señales eléctricas al otro extremo y luego conectarse a enrutadores, conmutadores y otros dispositivos. En la aplicación práctica, la función más importante del transceptor de fibra óptica es aumentar la distancia de transmisión.



Figura 55 Convertidor de medios

Se puede instalar casi en cualquier lugar de la red. El tipo de conexión depende del tipo de medio que convertirá el dispositivo. La conversión más común es de UTP (par trenzado sin blindaje) a fibra multimodo o monomodo. En el lado del cobre, la mayoría de los convertidores de medios tienen un conector RJ-45 para conectividad 10BASE-T, 100BASE-T, 1000BASE-T y 10GBASE-T. Del lado de la fibra, tienes un par de conectores SC/ST o un puerto SFP. Los conversores de

medios pueden soportar velocidades de red desde 10 Mbit/s hasta 10 Gbit/s, dependiendo de esto pueden ser: conversores de medios Fast Ethernet, Gigabit Ethernet o 10 Gigabit Ethernet.



Figura 56 Conectores SC/ST o puerto SFP en el lado de la fibra óptica

#### 6.4. Medidor de potencia óptica

El medidor de potencia óptico de fibra óptica es un instrumento portátil y preciso que se utiliza para la instalación, operación y mantenimiento de redes de fibra óptica. Su principal función es medir la potencia óptica Cuenta con un amplio rango de prueba de potencia óptica, lo que permite realizar mediciones en diferentes longitudes de onda, incluyendo 850, 980, 1300, 1310, 1490, 1550, 1625nm. (APNP Technology, n.d.)



Figura 57 Medidor de potencia óptica

En la tabla 3, se presentan las especificaciones técnicas del medidor de potencia óptico. Proporcionan información de las características y capacidades del medidor para su correcto uso.

Tabla 20 Especificaciones técnicas del medidor de potencia óptico

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
Longitud de onda de calibración (nm)	800 - 1700
Tipo de detector	InGaAs
Rango de medición (dBm)	-70+10
Resolución de pantalla (dB)	0.03
ID de onda nm	850, 980, 1300, 1310, 1490, 1550, 1625
Tipo de fibra	G652D/G657A1/G657A2
Conector	SC/FC/ST
Temperatura de funcionamiento (°C)	-10(°C) +60
Dimensión (mm)	190*100*48
Peso (g)	300

Fuente: (APNP Technology, n.d.)

**7. RESULTADOS OBTENIDOS (A elaborar por el estudiante)**

**8. DISCUSIÓN (A elaborar por el estudiante)**

**9. CONCLUSIONES (A elaborar por el estudiante)**

**10. RECOMENDACIONES (A elaborar por el estudiante)**

**11. PREGUNTAS DE CONTROL (Deben ser respondidas por el estudiante)**

- 1. Mencione los tipos de ventanas de transmisión de fibra óptica y que tipo de fibra que se utiliza para cada una.**

La fibra óptica tiene menor atenuación (pérdida) en ciertas regiones del espectro luminoso, que se denominan ventanas y corresponden a las siguientes longitudes de onda, expresadas en nanómetros (Schnitzler, s. f.).

- Primera ventana 800 a 900 nm utilizada = 850nm.
- Segunda ventana 1250 a 1350 nm utilizada = 1310nm.
- Tercera ventana 1500 a 1600 nm utilizada = 1550nm.

- 2. Indique al menos 3 características que desempeña un convertidor de medios.**

Según (Prinetti, s. f.) las características que desempeña un convertidor de medios son las siguientes:

- Las señales eléctricas se convierten en señales ópticas, se transmiten a través de fibras ópticas y luego se convierten las señales ópticas en señales eléctricas al otro extremo.
- Proporcionan flexibilidad a las soluciones de red al permitir que los cables de fibra y cobre se conecten fácilmente.
- Conectan dispositivos que están más allá de 100 metros del interruptor disponible más cercano.
- El convertidor de cobre a fibra puede conectar un puerto de cobre en un conmutador Ethernet a la fibra que conecta el dispositivo en la ubicación remota, ampliando así el alcance del puerto de cobre.
- Funcionan con enlaces bidireccionales, por lo que se puede utilizar el mismo modelo para convertir cobre a fibra, pero también de fibra a cobre. Cuando se usa en pares, puede usar el mismo modelo para ambos extremos, ya que funcionan en ambos sentidos.

### **3. ¿Cuál es la función del transceiver SFP?**

El transceiver fibra trabaja en la capa física, que es la capa más baja en el modelo OSI. Su función es realizar conversión fotoeléctrica. Convierte las señales ópticas en señales eléctricas y convierte las señales eléctricas en señales ópticas. Además, proporcionan conectividad de fibra instantánea a su equipo de red (Vicent, 2021a).

### **4. Indique al menos 3 atenuadores ópticos.**

Según el tipo de puerto, los atenuadores de fibra óptica más utilizados se clasifican de la siguiente manera (HTF, 2020).

#### **Atenuador de fibra óptica SC**

Cuando se aplica a la interfaz de fibra óptica SC, la apariencia es muy similar a la interfaz RJ-45, pero la interfaz SC es más plana. La diferencia obvia es el contacto interno. Si los 8 contactos de cobre son delgados, se trata de una interfaz RJ-45. Si la columna es de cobre, es una interfaz de fibra óptica SC.

#### **Atenuador de fibra óptica LC**

Se utiliza en la interfaz de fibra óptica LC para conectar el conector del módulo SFP. Consiste en un mecanismo de bloqueo de conector modular (RJ) que es fácil de usar.

### **Atenuador óptico FC**

La interfaz de fibra óptica FC emplea un método de refuerzo externo mediante un manguito metálico y un método de sujeción con una hebilla de tornillo. Normalmente, se utiliza en el lado ODF (que suele encontrarse en el bastidor de distribución).

### **Atenuador de fibra ST**

La interfaz ST se emplea habitualmente en el contexto de los bastidores de distribución de fibra óptica. Su carcasa es circular y se fija mediante un método de hebilla atornillada.

## **5. ¿Para qué sirve un OPM?**

Los medidores de potencia y las fuentes de luz son instrumentos de medición que se pueden utilizar tanto juntos como por separado. Un medidor de potencia óptica es un dispositivo que se utiliza para medir la energía en una señal óptica pulsante que puede ser producida por un equipo activo o una fuente de luz y que viaja por una fibra óptica. El medidor óptico de potencia consiste en un sensor calibrado y unidades de visualización y medición (Market, 2022).

## BIBLIOGRAFÍA

- APNP Technology. (n.d.). Optical-Tester. <https://www.apnpotechnology.com/wp-content/uploads/2020/08/9-Optical-Tester.pdf>
- FOCC. (2020, 27 agosto). ¿Cuáles son los tipos comunes de atenuadores ópticos - Noticias - Focc Technology Co., Ltd. <https://www.fibresplitter.com/news/what-is-the-common-optical-attenuator-types-37551366.html>
- HTF. (2020, 28 mayo). ¿Qué es un atenuador de fibra óptica? - Conocimiento - Shenzhen HTFuture Co., Ltd. <http://www.fiber-optical-transceivers.com/info/what-is-an-optical-fiber-attenuator-45968097.html>
- Lorenzo, J. A. (2023, 11 junio). Qué es un transceptor SFP y cómo elegir uno según tus necesidades. *RedesZone*. <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/que-es-transceptor-sfp/>
- Market, F. (2022, noviembre 24). *Medidores de potencia y fuentes de luz*. FibraMarket la fibra optica de Mexico. <https://www.fibramarket.com/medidores-de-potencia-y-fuentes-de-luz/>
- Matan. (2023, 7 noviembre). *Atenuadores Ópticos | How it works, Application & Advantages*. Electricity - Magnetism. <https://www.electricity-magnetism.org/es/atenuadores-opticos/>
- Prinetti, G. (s. f.). *Una guía rápida para convertidores de medios y extensores de red*. Allied Telesis. <https://www.alliedtelesis.com/ec/es/blog/media-converters-and-network-extenders>
- Schnitzler, S. (s. f.). *Ventanas Fibras óptica*. <https://www.yio.com.ar/fo/ventanas.html>
- Sheldon. (s. f.). *Atenuadores de fibra óptica: Wiki, tipos, cuándo y cómo usar | Comunidad FS*. Knowledge. <https://community.fs.com/es/article/basics-of-fiber-optic-attenuator.html>



Vicent. (2021a). *¿Qué es transceiver fibra óptica SFP (mini-GBIC) y cómo opciona?* | Comunidad FS. Knowledge. <https://community.fs.com/es/article/sfp-module-what-is-it-and-how-to-choose-it.html>

Vicent. (2021b). *Todo lo que necesita sobre Transceiver SFP* | Comunidad FS. Knowledge. <https://community.fs.com/es/article/how-many-types-of-sfp-transceivers-do-you-know.html>

**Anexo 10. Informe de práctica de laboratorio N3**

**INFORME DE PRÁCTICA # 3**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Atenuación Óptica

**2. OBJETIVOS:**

- Identificar los diferentes tipos de atenuadores ópticos.
- Comprender el funcionamiento de un módulo transceiver SFP.
- Medir la potencia óptica en diferentes longitudes de onda utilizando el Medidor de Potencia Óptica (OPM).

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Atenuador SC/UPC 10dB</li><li>• Atenuador LC/UPC 10dB</li><li>• Atenuador LC/UPC 5dB</li><li>• Adaptador SC/UPC – SC/UPC</li><li>• Adaptador SC/APC – SC/APC</li><li>• Adaptador LC/UPC – LC/UPC</li><li>• Patch cord LC/UPC – SC/UPC</li><li>• Patch cord SC/UPC – SC/APC 1.5 m</li><li>• Patch cord SC/APC – LC/UPC 3 m</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transceivers SFP</li><li>• Convertidor de medios</li><li>• Medidor de potencia óptica</li></ul>

## **5. INSTRUCCIONES:**

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido consumo de alimentos.
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## **6. RESULTADOS OBTENIDOS**

En el desarrollo de la práctica se logró identificar los diferentes tipos de atenuadores ópticos fijos, así como las funciones del transceiver SFP y el convertidor de medios. Además, se pudo manipular el OPM realizando las mediciones correspondientes de potencia.

Se utilizó el transceiver Cisco GLC-LH-SM con longitud de onda de 1310 nm, que brinda una potencia de transmisión de - 9.5 ~ - 3 dBm. Al realizar la medición con el OPM se obtuvo una potencia de - 5.4 dBm encontrándose dentro del rango de potencia.



Figura 1 Potencia inicial con el transceiver Cisco GLC-LH-SM

### **Primer escenario**

Se obtuvo una potencia de  $-5.98$  dBm, sin añadir el atenuador óptico (ver Fig. 2). Se añadió el atenuador óptico SC/UPC con atenuación de  $10$  dB y se obtuvo una potencia de  $-15.99$  dBm (ver Fig. 3).



Figura 2 Potencia sin atenuador óptico



Figura 3 Potencia con atenuador óptico SC/UPC

## Segundo escenario

Se obtuvo una potencia de  $-6.4$  dBm, sin añadir el atenuador óptico (ver Fig. 4). Se añadió el atenuador óptico LC/UPC con atenuación de  $5$  dB y se obtuvo una potencia de  $-11.48$  dBm (ver Fig. 5).



Figura 4 Potencia sin atenuador óptico



Figura 5 Potencia con atenuador LC/UPC

### Tercer escenario

Se obtuvo una potencia de  $-6.4$  dBm, sin añadir el atenuador óptico (ver Fig. 4). Se añadió el atenuador óptico SC/UPC con atenuación de 10 dB y LC/UPC con atenuación de 5 dB y se obtuvo una potencia de  $-21.24$  dBm (ver Fig. 6).



Figura 6 Potencia total con ambos atenuadores de 10dB y 5dB

Se obtuvo una potencia de  $-6.4$  dBm, sin añadir el atenuador óptico (ver Fig. 4). Se añadió el atenuador óptico SC/UPC con atenuación de 10 dB y LC/UPC con atenuación de 10 dB y se obtuvo una potencia de  $-26.14$  dBm (ver Fig. 7).



Figura 7 Potencia total con ambos atenuadores de 10dB

Longitud de onda 1310 nm		
Potencia	Valor esperado	Valor medido
Potencia inicial	- 9.5 ~ - 3 dBm	- 5.4 dBm
<b>Primer escenario</b>		
Potencia sin atenuador	- 5.98 dBm	- 5.98 dBm
Atenuador SC/UPC	- 10 dB	- 10 dB
Potencia total	<b>- 15.98 dBm</b>	<b>- 15.99 dBm</b>
<b>Segundo escenario</b>		
Potencia sin atenuador	- 6.40 dBm	- 6.40 dBm
Atenuador LC/UPC	- 5dB	- 5dB
Potencia total	<b>- 11.40 dBm</b>	<b>- 11.48 dBm</b>
<b>Tercer escenario</b>		
Atenuador SC/UPC	- 10dB	- 10dB



Atenuador LC/UPC	- 5dB	- 5dB
Potencia sin atenuadores	- 6.40 dBm	- 6.40 dBm
<b>Potencia total</b>	<b>- 21.4 dBm</b>	<b>- 21.24 dBm</b>
Atenuador SC/UPC	- 10 dB	- 10 dB
Atenuador LC/UPC	- 10 dB	- 10 dB
Potencia sin atenuadores	- 6.40 dBm	- 6.4 dBm
<b>Potencia total</b>	<b>- 26.4 dBm</b>	<b>- 26.14 dBm</b>

Se utilizó el transceiver PT7820-41-2W con longitud de onda de 1550 nm, que brinda una potencia de transmisión de -3 ~ +2 dBm. Al realizar la medición con el OPM se obtuvo una potencia de -2.14 dBm encontrándose dentro del rango de potencia.



Figura 8 Potencia inicial con el transceiver PT7820-41-2W

### Primer escenario

Se obtuvo una potencia de  $-2.24$  dBm, sin añadir el atenuador óptico (ver Fig. 9). Se añadió el atenuador óptico SC/UPC con atenuación de  $10$  dB y se obtuvo una potencia de  $-12.71$  dBm (ver Fig. 10).



Figura 9 Potencia sin atenuador óptico



Figura 10 Potencia con atenuador óptico SC/UPC

## Segundo escenario

Se obtuvo una potencia de  $-2.41$  dBm, sin añadir el atenuador óptico (ver Fig. 11). Se añadió el atenuador óptico LC/UPC con atenuación de  $5$  dB y se obtuvo una potencia de  $-7.35$  dBm (ver Fig. 12).



Figura 11 Potencia sin atenuador óptico



Figura 12 Potencia con atenuador LC/UPC

### Tercer escenario

Se obtuvo una potencia de -2.41 dBm, sin añadir el atenuador óptico (ver Fig. 11). Se añadió el atenuador óptico SC/UPC con atenuación de 10 dB y LC/UPC con atenuación de 5 dB y se obtuvo una potencia de -17.66 dBm (ver Fig. 13).



Figura 13 Potencia con ambos atenuadores de 10dB y 5dB

Se obtuvo una potencia de  $-6.4$  dBm, sin añadir el atenuador óptico (ver Fig. 11). Se añadió el atenuador óptico SC/UPC con atenuación de 10 dB y LC/UPC con atenuación de 10 dB y se obtuvo una potencia de  $-22.71$  dBm (ver Fig. 7).



Figura 14 Potencia con ambos atenuadores de 10dB

<b>Longitud de onda 1550 nm</b>		
<b>Potencia</b>	<b>Valor esperado</b>	<b>Valor medido</b>
Potencia inicial	- 3 ~ + 2 dBm	- 2.14 dBm
<b>Primer escenario</b>		
Potencia sin atenuador	- 2.24 dBm	- 2.24 dBm
Atenuador SC/UPC	- 10 dB	- 10 dB
Potencia total	<b>- 12.24 dBm</b>	<b>- 12.71 dBm</b>
<b>Segundo escenario</b>		
Potencia sin atenuador	- 2.41dBm	- 2.41dBm
Atenuador LC/UPC	- 5 dB	- 5 dB
Potencia total	<b>- 7.41 dBm</b>	<b>- 7.35 dBm</b>
<b>Tercer escenario</b>		
Atenuador SC/UPC	- 10 dB	- 10 dB
Atenuador LC/UPC	- 5 dB	- 5 dB

Potencia sin atenuadores	- 2.41 dBm	- 2.41 dBm
<b>Potencia total</b>	<b>- 17.41 dBm</b>	<b>- 17.66 dBm</b>
Atenuador SC/UPC	- 10 dB	- 10 dB
Atenuador LC/UPC	- 10 dB	- 10 dB
Potencia sin atenuadores	- 2.41 dBm	- 2.41 dBm
<b>Potencia total</b>	<b>- 22.41 dBm</b>	<b>- 22.71 dBm</b>

## 7. DISCUSIÓN

En la presente práctica se identificaron los diferentes atenuadores de fibra óptica fijos, entre los cuales se incluye el atenuador SC/UPC 10dB, atenuador LC/UPC 10dB y el atenuador LC/UPC 5dB. Además, se logró manipular y comprender el funcionamiento de los diferentes transceivers SFP que trabajan en longitudes de onda de 1310 nm y 1550 nm para realizar la práctica de atenuación óptica.

Se utilizó para la práctica un convertidor de medios, transceiver SFP con longitud de onda 1310 nm y 1550 nm, y un OPM para realizar la medición de potencia óptica. Se pudo verificar tanto en la teoría como en la práctica que un atenuador óptico reduce la potencia óptica. Calculando la tasa de error entre el valor esperado y valor medido se pudo determinar un error del 3.84%, esto se debe a la precisión de los equipos.

Entre los inconvenientes encontrados, los adaptadores y atenuadores de fibra óptica deben estar bien acoplados al patch cord para realizar mediciones precisas, caso contrario la potencia se verá afectada. Al momento de realizar la medición de potencia se deberá seleccionar la longitud de onda en la que trabaja el transceiver SFP.

## 8. CONCLUSIONES

- La práctica permitió identificar los atenuadores de fibra óptica fijos SC/UPC y LC/UPC. Además, se comprendió el funcionamiento de los transceivers SFP que operan en diferentes longitudes de onda.

- La práctica permitió desarrollar habilidades técnicas en la medición de potencia óptica, utilizando transceivers SFP y atenuadores ópticos. Por lo que se pudo comprender el funcionamiento de estos componentes ópticos.
- Se utilizó el OPM para medir la potencia óptica en diferentes longitudes de onda de 1310 nm y 1550 nm. Verificando tanto en el ámbito práctico como teórico que los atenuadores ópticos reducen la potencia óptica.

## **9. RECOMENDACIONES**

- Antes de realizar la práctica, se recomienda buscar la ficha técnica de los transceivers SFP para verificar que la potencia de transmisión esté dentro del rango establecido.
- Se recomienda que los adaptadores y atenuadores ópticos estén bien acoplados al patch cord de fibra óptica, para obtener mediciones precisas.
- Se recomienda verificar en el OPM la longitud de onda en la que se está trabajando, caso contrario se obtendrán valores erróneos.



**Anexo 11. Guía de práctica de laboratorio N4**

**GUÍA DE PRÁCTICA # 4**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Enlace de fibra óptica con tecnología WDM.

**2. OBJETIVOS:**

- Identificar los convertidores de medios con tecnología WDM.
- Utilizar el software especializado jperf para saturar el canal.
- Realizar un enlace de fibra óptica con tecnología WDM.
- Realizar una conexión de fibra óptica con una cámara IP.

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Patch cord SC/UPC - SC/UPC o SC/APC – SC/APC</li><li>• Patch UTP CAT 5 o 6</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Convertidores de medios WDM</li><li>• Cámara IP</li><li>• Computadoras</li><li>• Software JPerf</li></ul>

**5. INSTRUCCIONES:**

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido consumo de alimentos.
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.

- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## 6. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1. Descargar e instalar el software jperf en ambas PCs.  
<https://www.telectronika.com/descargas/jperf/>
2. Descargar e instalar Java desde la página.  
[https://www.java.com/es/download/ie\\_manual.jsp](https://www.java.com/es/download/ie_manual.jsp)
3. Investigar las especificaciones técnicas de los convertidores de medios con tecnología WDM; TL-FC311A-20 y TL-FC311B-20.



Figura 58 Convertidor de medios con tecnología WDM

4. Conectar el patch cord SC/UPC – SC/UPC o SC/APC – SC/APC en el puerto de fibra óptica entre los dos convertidores de medios (ver Fig. 4)



Figura 59 Conexión del patch cord en el puerto de fibra del convertidor de medios

5. Conectar el patch UTP en el puerto RJ45 del convertidor de medios hacia la PC (ver Fig. 4).

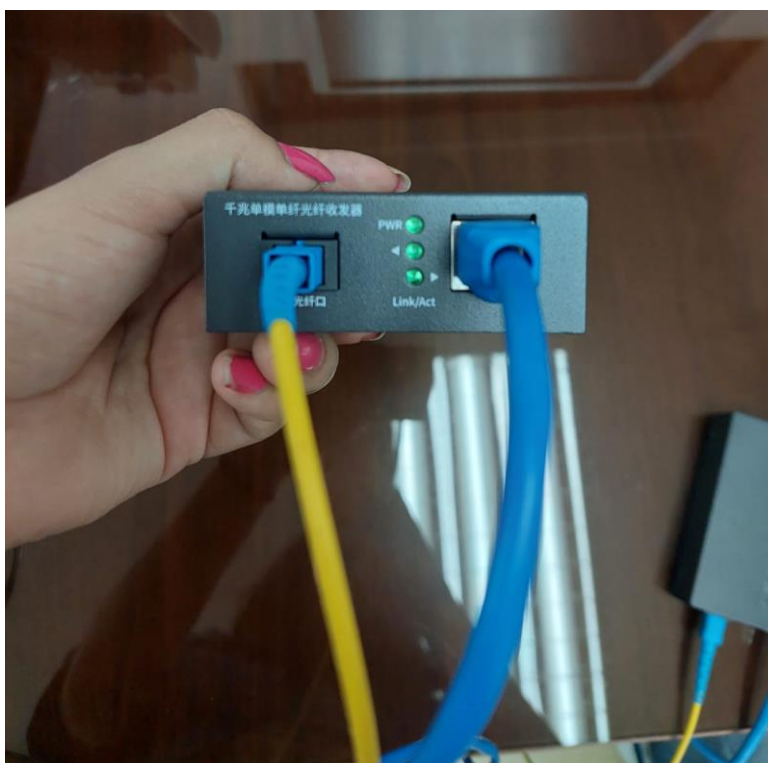


Figura 60 Conexión del patch UTP en el puerto RJ45 del convertidor de medios

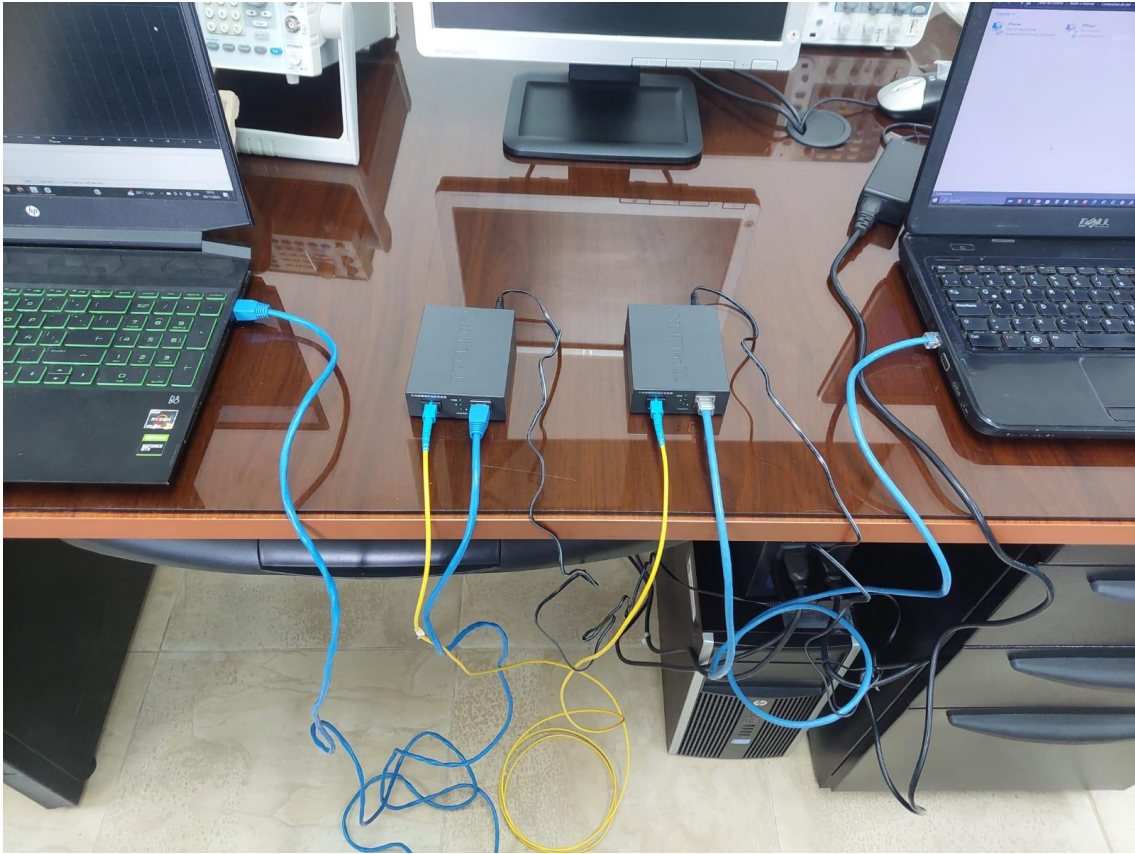


Figura 61 Conexión establecida del enlace óptico

### **Primer escenario: Saturación de canal**

6. Asignar una dirección IP estática a cada una de las PCs dentro del mismo rango de direcciones IP.

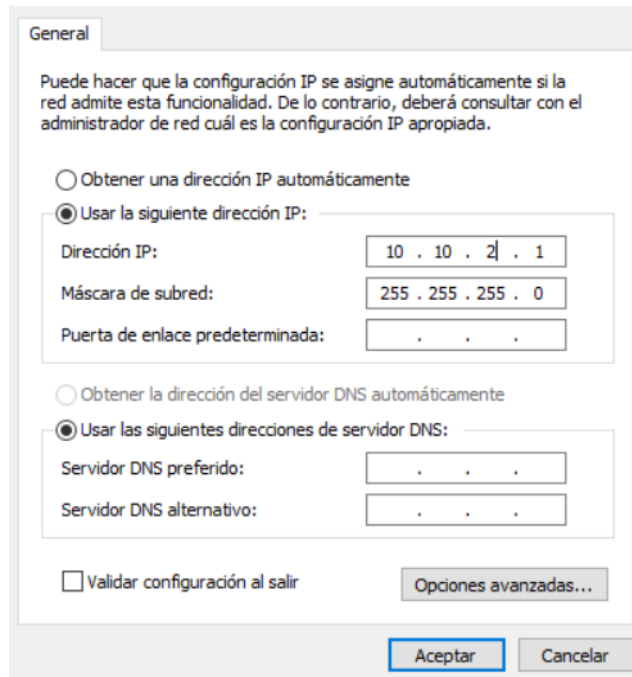


Figura 62 Dirección IP de la PC1

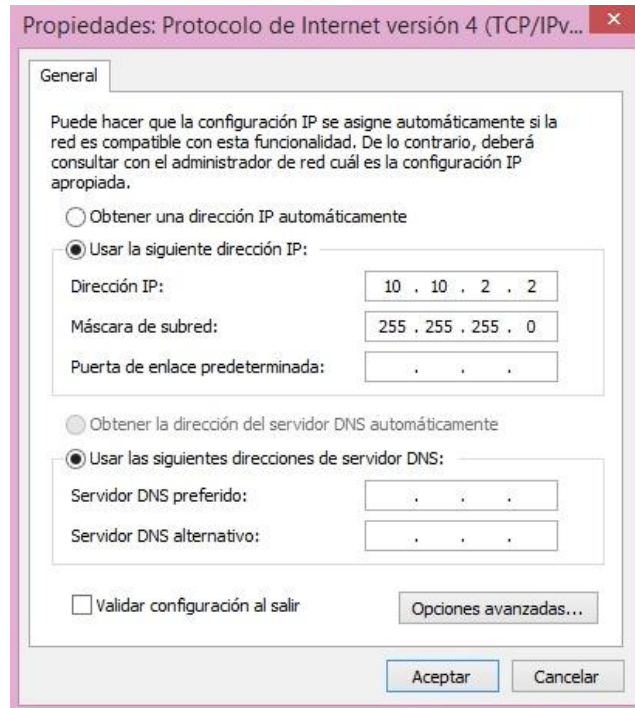


Figura 63 Dirección IP de la PC2

7. Desactivar el firewall de ambas computadoras y realizar ping para verificar la conectividad entre las dos PCs.

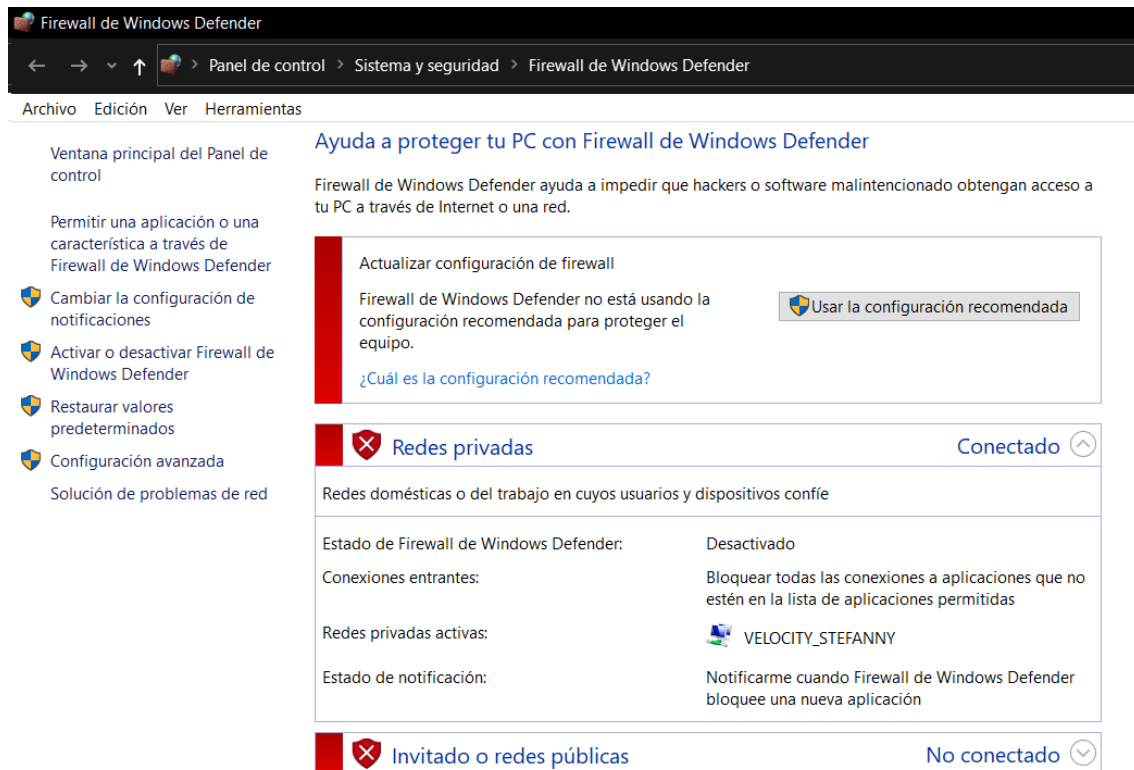


Figura 64 Firewall desactivado de PC1

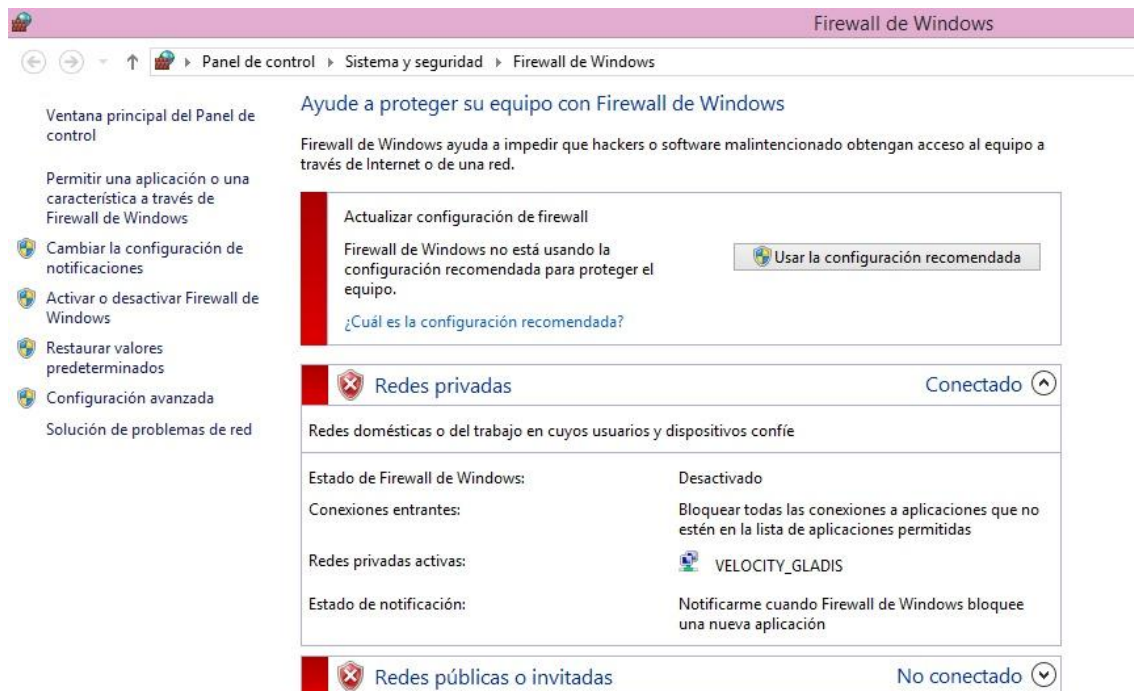


Figura 65 Firewall desactivado PC2

```
Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.19045.3693]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Hp Palvilion Gaming>ping 10.10.2.2

Haciendo ping a 10.10.2.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.10.2.2: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 10.10.2.2: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 10.10.2.2: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 10.10.2.2: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128

Estadísticas de ping para 10.10.2.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Media = 1ms

C:\Users\Hp Palvilion Gaming>
```

Figura 66 Ping de PC1 a PC2

```
Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 6.3.9600]
(c) 2013 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Teffy>ping 10.10.2.1

Haciendo ping a 10.10.2.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.10.2.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 10.10.2.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 10.10.2.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
Respuesta desde 10.10.2.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128

Estadísticas de ping para 10.10.2.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Media = 1ms

C:\Users\Teffy>
```

Figura 67 Ping de PC2 a PC1

8. Abrir el software jperf en ambas computadoras.

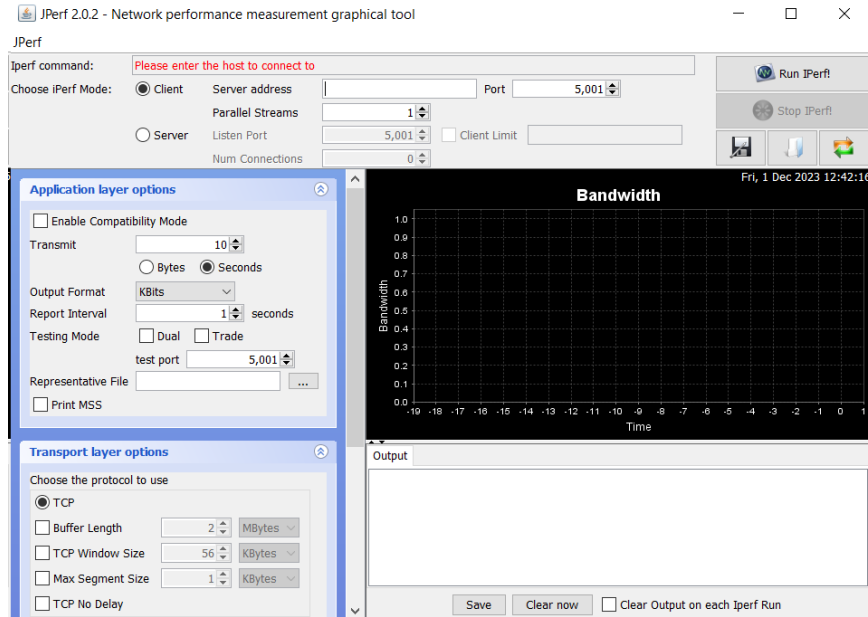


Figura 68 Software jperf

9. Designar que PC es cliente y servidor. En este caso se designó a PC1 como cliente con dirección IP: 10.10.2.1 y PC2 como servidor con dirección IP: 10.10.2.2.

En el software se debe activar el modo de compatibilidad y trabajar con TCP.

- Cliente: Se deberá colocar la dirección IP del servidor y el número de flujos o carga a enviar.

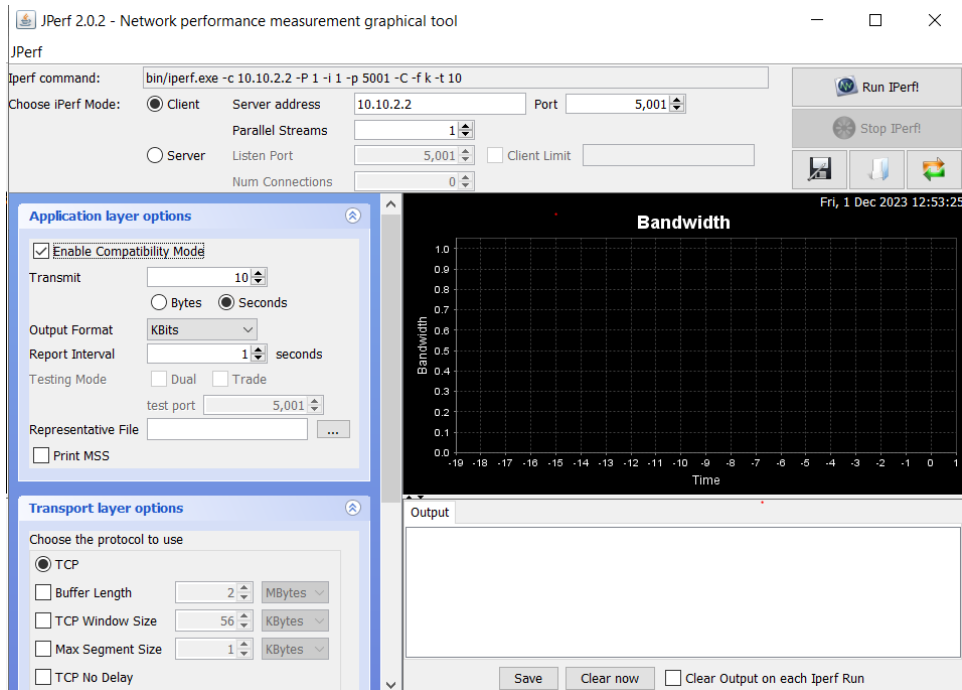


Figura 69 PC1 Cliente



- Servidor: Se deberá colocar el número de conexiones

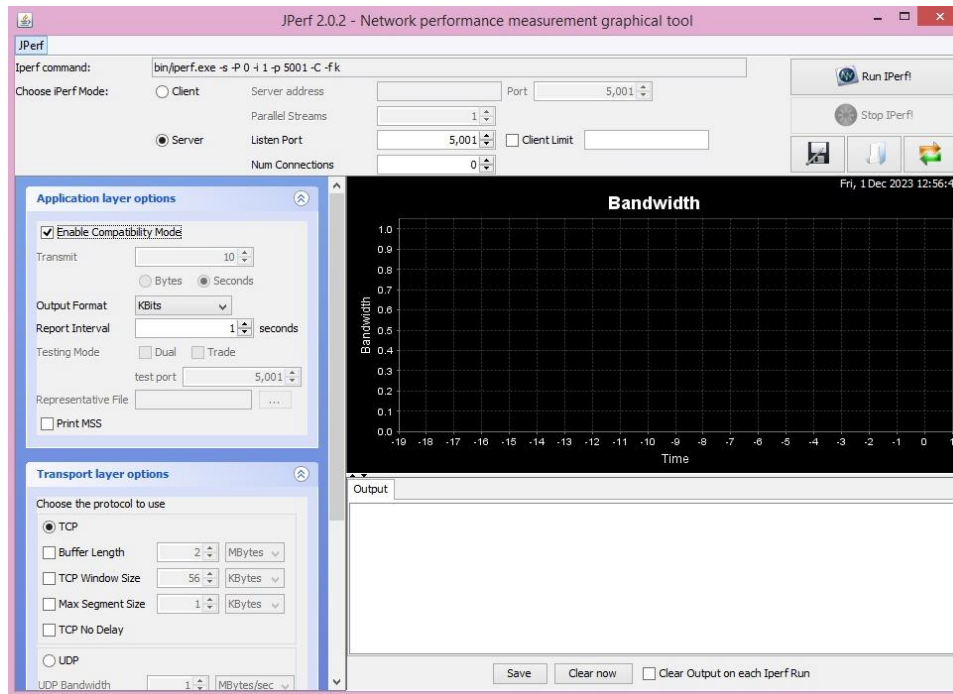


Figura 70 PC2 Servidor

10. En la tabla 1 se presentan los valores que se van a utilizar para la saturación del canal con TCP.

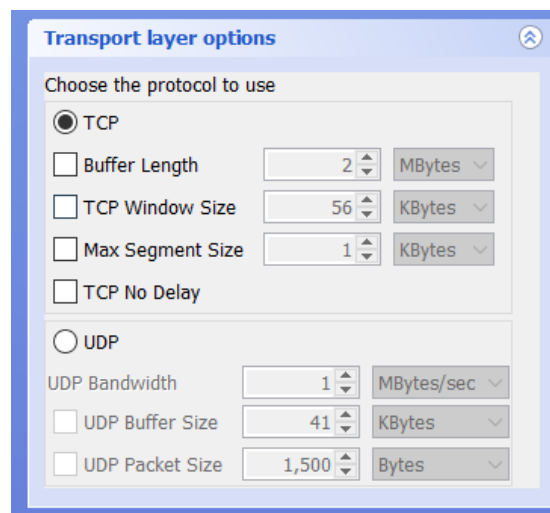


Figura 71 Seleccionar el protocolo de transporte TCP

Tabla 21 Valores a utilizar para la saturación del canal

Parallel Streams	Num Connections
1	1
10	10

50	50
100	100
300	300
500	500
800	800

11. En la tabla 2 se presentan los valores que se van a utilizar para saturar el canal aumentando el ancho de banda. Se puede intercambiar el servidor y cliente.

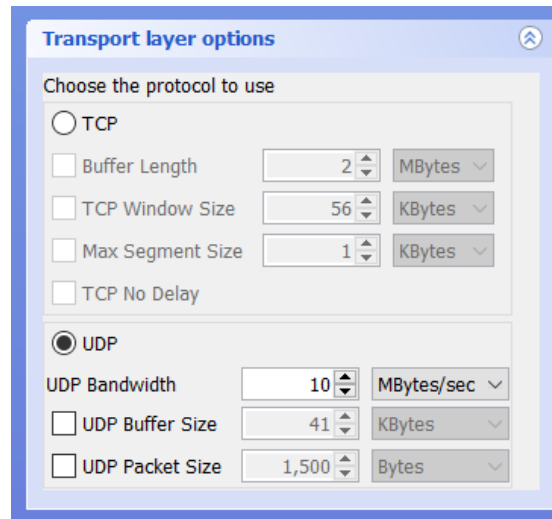


Figura 72 Seleccionar el protocolo de transporte UDP

Tabla 22 Valores para saturar el canal con UDP

Parallel Streams	Num Connections	Ancho de banda
10	10	10MBytes/s
10	10	100Mbytes/s
10	10	1000MBytes/s
50	50	1000MBytes/s
100	100	1000MBytes/s
300	300	1000MBytes/s
500	500	1000MBytes/s
800	800	1000MBytes/s

### Segundo escenario: Cámara IP

12. Desconectar el patch UTP de una de las PCs y conectar la cámara IP.



Figura 73 Conexión del patch UTP a la cámara IP

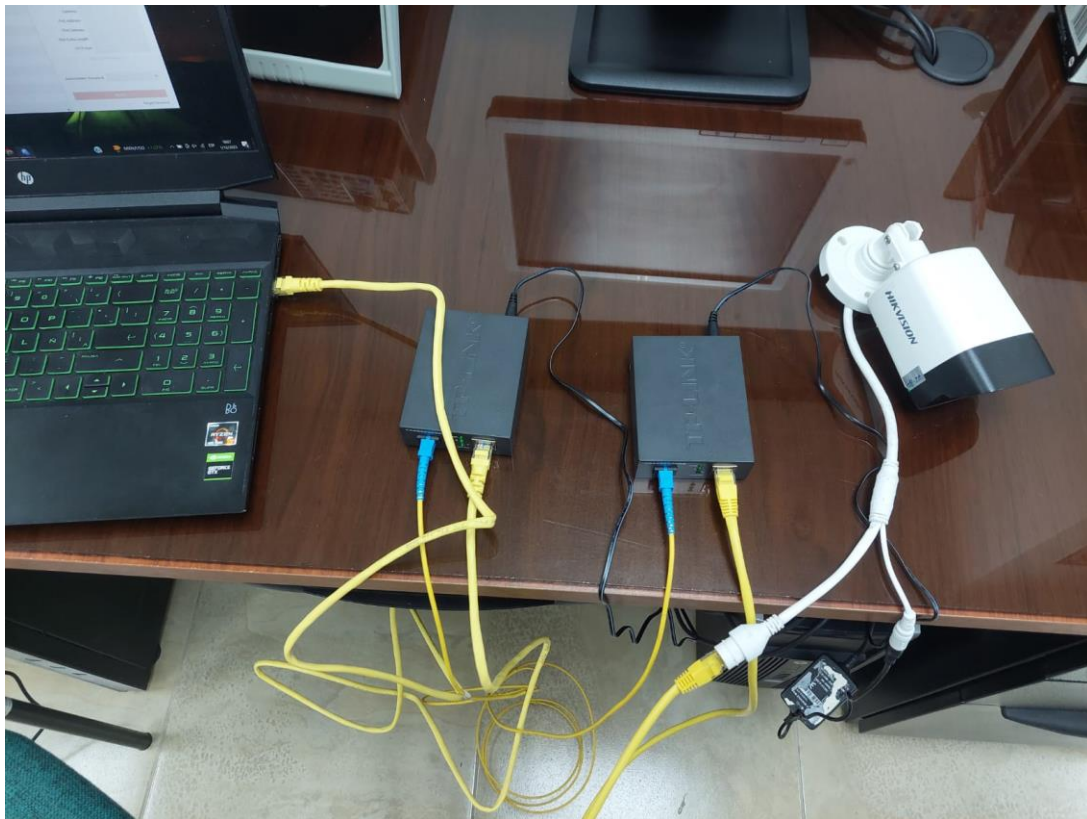


Figura 74 Conexión establecida del enlace óptico

13. La cámara IP viene con una dirección IP por defecto, que en este caso es 192.168.200.11. Es necesario asignar a la PC una dirección IP estática que esté dentro del mismo rango que la dirección de la cámara IP.

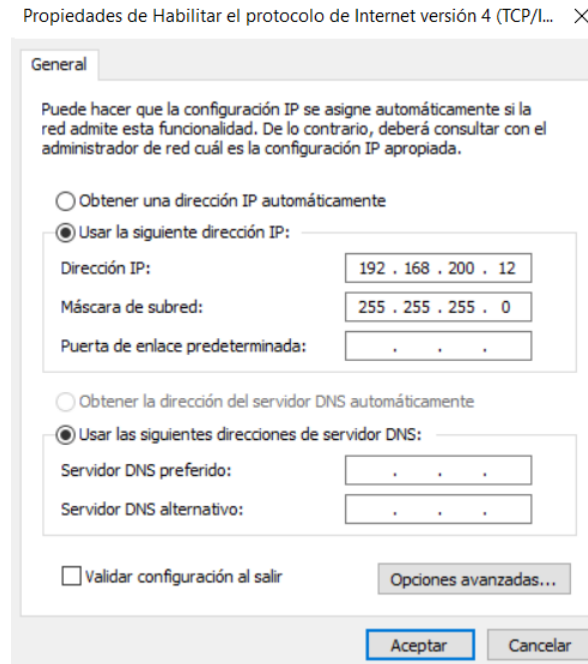


Figura 75 Dirección IP de la PC

14. Realizar ping de la PC a la cámara IP para verificar que existe conectividad.

```
C:\> Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.19045.3693]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Hp Palvilion Gaming>ping 192.168.200.11

Haciendo ping a 192.168.200.11 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.200.11: bytes=32 tiempo=2ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.200.11: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.200.11: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.200.11: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.200.11:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Media = 1ms

C:\Users\Hp Palvilion Gaming>
```

Figura 76 Ping de la PC a la cámara IP

15. Dependiendo de la cámara IP que se utilice, habrá una plataforma disponible para acceder a ella. Se debe escribir la dirección IP en el navegador, y enseguida aparecerá la plataforma,

solicitando el nombre de usuario y la contraseña. En este caso se esta utilizando una cámara IP Hikvision.

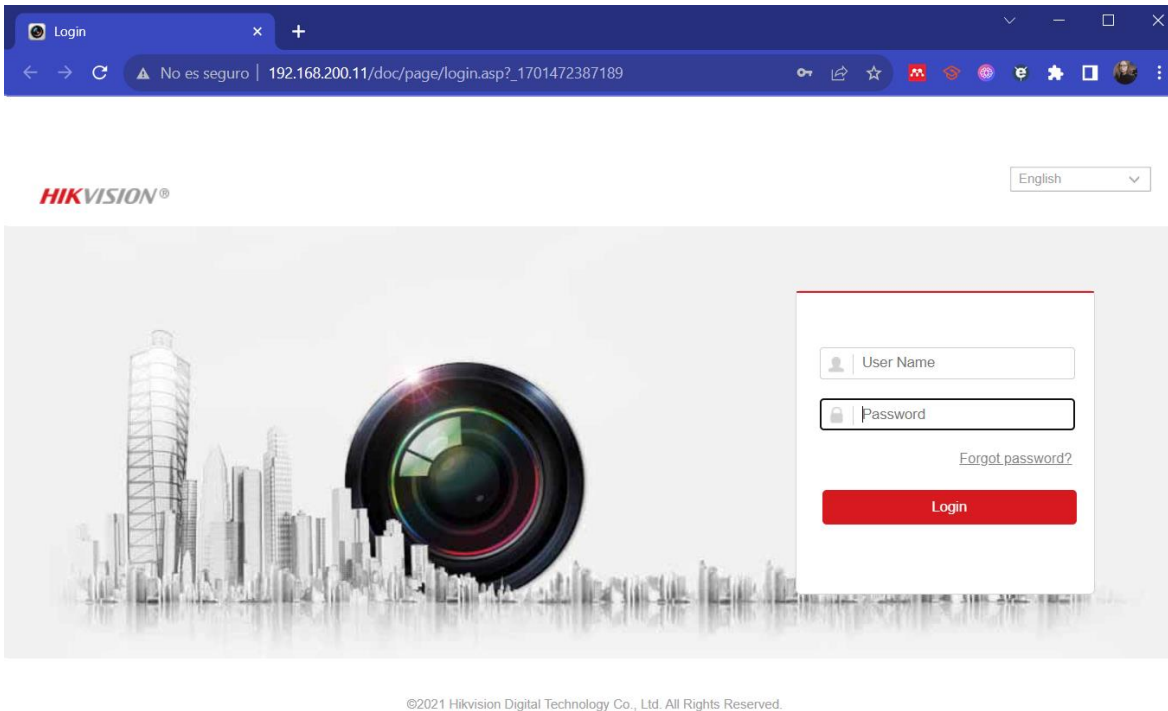


Figura 77 Plataforma de la cámara IP

16. Se debe descargar el plugin IE Tab, en el cual se debe colocar la dirección IP de la cámara, para acceder al video en vivo.

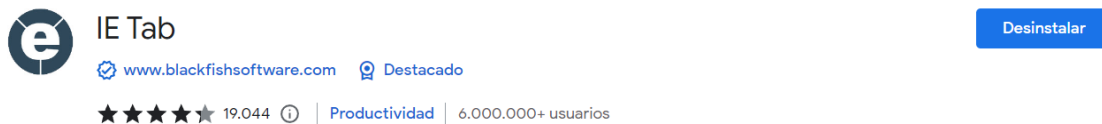


Figura 78 Plugin IE Tab

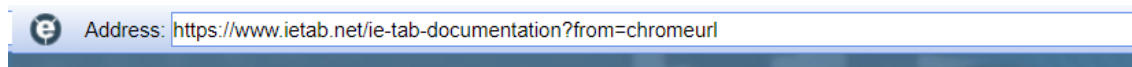


Figura 79 Ingresar dirección IP de la cámara

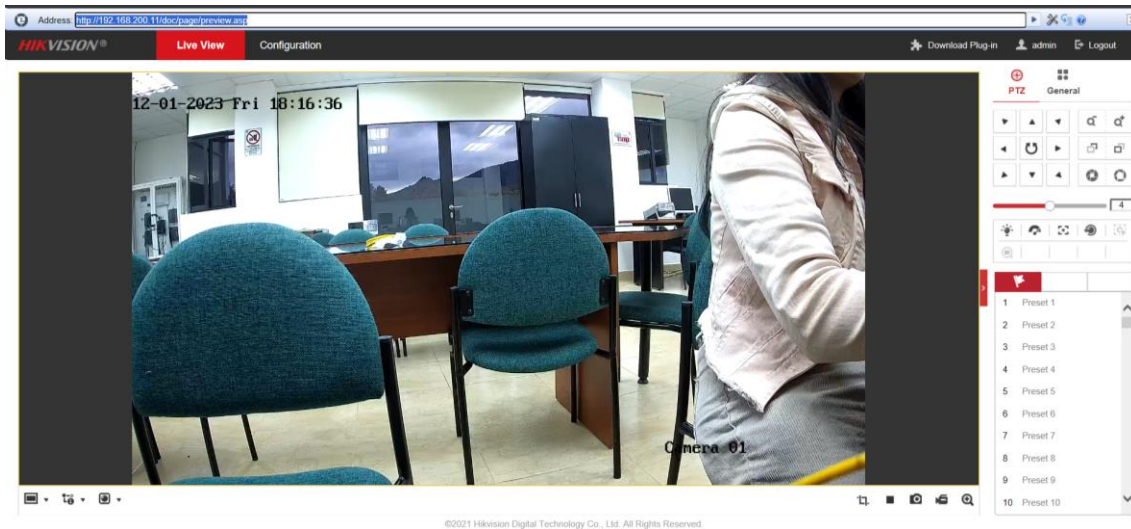


Figura 80 Video de la cámara IP

17. Hacer clic derecho en la barra inferior y elegir administrador de tareas, en el menú de rendimiento nos vamos a Ethernet y observamos como aumenta o disminuye el ancho de banda al momento de aumentar la velocidad de bits y la resolución. En la tabla 3 se presentan los parámetros a utilizar para evaluar el rendimiento de la cámara IP.

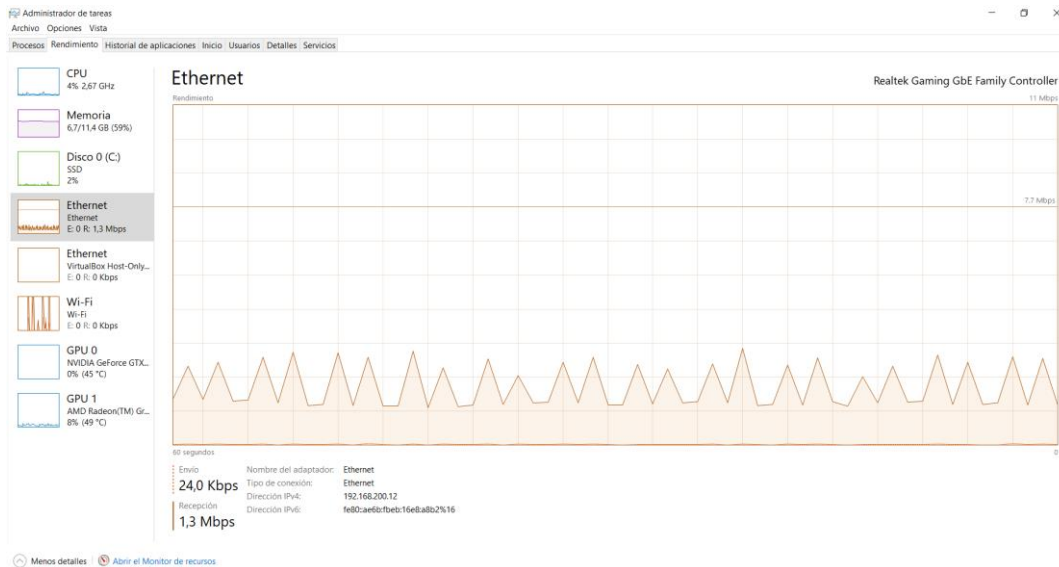


Figura 81 Administrador de tareas

Tabla 23 Parámetros de la cámara IP

Resolución	Velocidad de bits (Kbps)
1920*1800P	2048
2560*1440	8192

**7. MARCO TEÓRICO:** (a elaborar por el estudiante)

- Tecnología WDM
- Saturación de red
- Convertidor de medios WDM
- Enlaces de fibra óptica

**8. RESULTADOS OBTENIDOS:** (A elaborar por el estudiante)

**9. DISCUSIÓN:** (A elaborar por el estudiante)

**10. CONCLUSIONES:** (A elaborar por el estudiante)

**11. RECOMENDACIONES:** (A elaborar por el estudiante)

**12. PREGUNTAS DE CONTROL:** (Deben ser respondidas por el estudiante)

- 1) Indique al menos 3 características de la tecnología WDM.
- 2) Explique las especificaciones técnicas de los convertidores de medios TL-FC311A-20 y TL-FC311B-20 y su importancia.
- 3) Indique los elementos de un enlace de fibra óptica.
- 4) Indique cómo se puede saturar un canal.

**BIBLIOGRAFÍA**

**Anexo 12. Preparatorio de práctica de laboratorio N4**

**PREPARATORIO DE PRÁCTICA # 4**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

1. **TEMA:** Enlace de fibra óptica con tecnología WDM.
2. **OBJETIVOS:**
  - Comprender el funcionamiento de los convertidores de medios WDM.
  - Establecer un enlace de fibra óptica usando tecnología WDM.
  - Utilizar el software especializado JPerf para saturar el canal.
  - Verificar el enlace de fibra óptica mediante la conexión de una cámara IP.

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Patch cord SC/UPC - SC/UPC o SC/APC – SC/APC</li><li>• Patch UTP CAT 5 o 6</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Convertidores de medios WDM</li><li>• Cámara IP</li><li>• Computadoras</li><li>• Software JPerf</li></ul>

5. **INSTRUCCIONES:**
  - Colocar las mochilas en los casilleros.
  - Prohibido el consumo de alimentos.
  - Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
  - Prohibido jugar.
  - Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
  - Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.



- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1. Tecnología WDM

La multiplexación por división de longitud de onda (WDM) es una tecnología utilizada en redes ópticas para transmitir múltiples señales de datos simultáneamente a través de una única fibra óptica mediante el uso de diferentes longitudes de onda de luz. Cada longitud de onda representa un canal independiente que puede transmitir su propio flujo de datos (De Precisión, 2023).

Esta tecnología multiplexa diferentes señales portadoras ópticas en una sola fibra óptica utilizando varias longitudes de onda ópticas (es decir, colores) de luz láser. Cada longitud de onda transporta una señal individual que no interfiere con otras longitudes de onda (Moris, 2020).

El siguiente diagrama ilustra el principio de funcionamiento de la tecnología WDM.

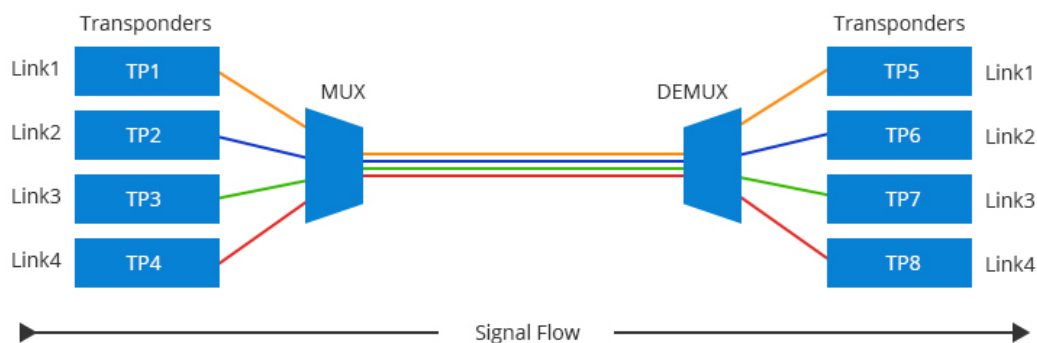


Figura 1 Multiplexación por división de longitud de onda

### Beneficios de adoptar la tecnología WDM

Según (Moris, 2020) los beneficios de adoptar la tecnología WDM son los siguientes:

- **Transmisión de capacidad ultra grande:** WDM es capaz de enviar y recibir datos de alta capacidad, que es una opción lista para usar para transmisiones de gran ancho de banda.

- **Transmisión de ultra larga distancia:** EDFA (amplificador de fibra dopada con erbio) a menudo se adopta en los sistemas WDM, lo que ayudará a mejorar aún más la intensidad de la señal óptica para la transmisión de larga distancia.
- **Transmisión transparente:** debido a la naturaleza física de la luz, todas las longitudes de onda son independientes ya que los canales no interfieren entre sí para garantizar la transparencia de la transmisión. La implementación de dispositivos optoelectrónicos ayudará a garantizar la confiabilidad de los sistemas WDM.
- **Flexible para una expansión perfecta:** las técnicas de multiplexación por división de longitud de onda permiten conectar nuevos canales según sea necesario sin interrumpir los servicios de tráfico existentes, lo que facilita las actualizaciones.
- **Ahorra recursos y costos de fibra:** para sistemas de longitud de onda única, un sistema SDH requiere un par de fibras, mientras que todo el sistema multiplex requiere solo un par de fibras, independientemente de la cantidad de subsistemas SDH. Como resultado, se evitará la liberación de fibra. De esta manera, WDM no sólo maximiza la utilización de la fibra, sino que también ayuda a optimizar la inversión general en la red.

Los sistemas WDM se dividen por longitud de onda: CWDM (Multiplexación por división de longitud de onda gruesa) y DWDM (Multiplexación por división de longitud de onda densa).

- **CWDM:** Se define por longitudes de onda y pertenece a la UIT en las cuadrículas espectrales ITU-T G.694.2. Es capaz de transportar hasta 18 longitudes de onda con una separación entre canales de 20 nm en la cuadrícula del espectro de 1271 nm a 1611 nm. Longitud de onda de 1525 nm a 1565 nm (banda C) (CWDM vs DWDM, 2021).
- **DWDM:** Se define por frecuencias y pertenece a las cuadrículas espectrales ITU-T G.694.1. Puede transportar 40, 80 o hasta 160 longitudes de onda con un espaciado más estrecho de 0,8/0,4 nm (cuadrícula de 100 GHz/50 GHz). Longitud de onda 1570 nm a 1610 nm (banda L) (CWDM vs DWDM, 2021).

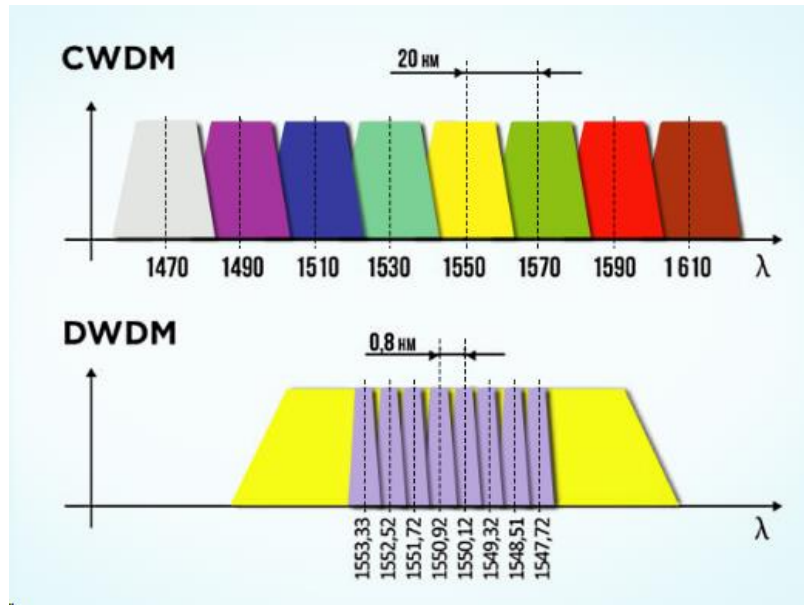


Figura 2 CWDM y DWDM

## 6.2. Saturación de red

La saturación de la red suele producirse cuando hay un aumento de la actividad o un incremento significativo del número de usuarios en una red fija (lo mismo ocurre con las redes móviles) durante un cierto periodo de tiempo. Esto da lugar a un flujo de tráfico anormal que satura las redes, provocando congestión o colapso e impidiendo que otros usuarios procesen sus solicitudes de conexión (Soriano, 2022).

### Saturación de ancho de banda

La saturación del ancho de banda es un fenómeno que se produce cuando todo el ancho de banda disponible de un circuito en una dirección específica está siendo utilizado por una carga o descarga pesada. Como resultado, aumenta la latencia y surgen problemas de rendimiento a medida que los paquetes posteriores empiezan a acumularse en el búfer, agotando finalmente el tiempo de espera y mostrando síntomas como velocidades lentas y pérdida de paquetes (Bandwidth Saturation, 2023).

## 6.3. Convertidor de medios WDM

Los conversores de medios multiplexados por división de ondas (WDM) pueden conectar cobre a fibra, convertir monomodo a multimodo o ampliar una red multimodo a través de fibra de un único hilo, también conocida como Simplex (Conversores De Medios WDM, n.d.).

La fibra de un único hilo utiliza comunicación bidireccional (Bi-Di) que permite a los administradores de redes:

- Duplicar instantáneamente la capacidad sin utilizar más cable
- Reducir los costes de mano de obra relacionados con el mantenimiento y la instalación
- Mejorar la fiabilidad a medida que disminuye el número de conexiones de punto final



Figura 3 Convertidor de medios WDM Gigabit

#### 6.4. Enlaces de fibra óptica

Un enlace de fibra consta de un transmisor en un extremo de la fibra y de un receptor en el otro. La mayoría de los sistemas operan transmitiendo en una dirección a través de una fibra y en la dirección opuesta a través de otra fibra para así tener una transmisión bidireccional. Es posible transmitir en ambas direcciones a través de una sola fibra, pero se necesitan acopladores para hacerlo, y la fibra es menos costosa que ellos. Una red FTTH óptica pasiva (PON) es el único sistema que utiliza transmisión bidireccional sobre una sola fibra porque su arquitectura de red ya utiliza acopladores como base (FOA Reference Guide to Fiber Optics, n.d.).

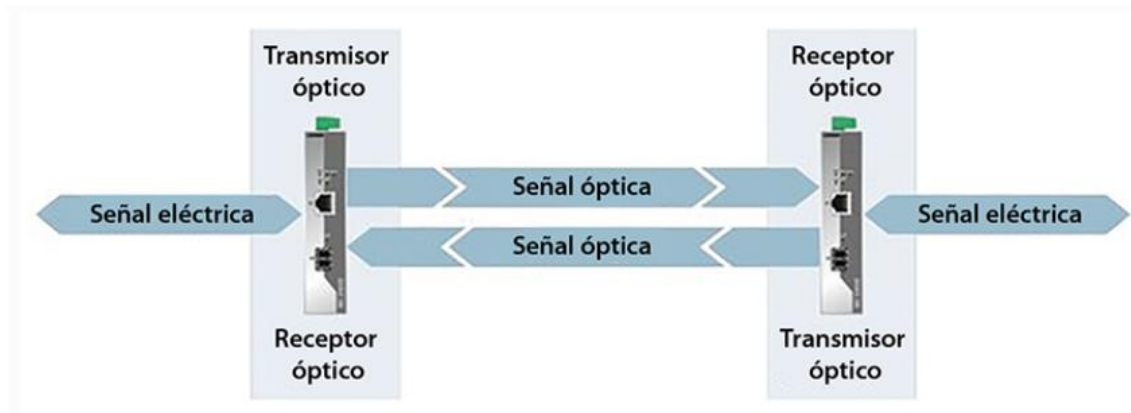


Figura 4 Principio de transmisión óptica de datos

#### 6.4.1. Transmisores

Los transmisores son dispositivos electrónicos que reciben una señal eléctrica modulada, la convierten en una señal óptica y la envían por el hilo de fibra óptica. Las fuentes de luz más utilizadas en la fabricación de transmisores son las LED, láseres de longitud de onda corta, láser emisor de superficie de cavidad vertical (VSCEL por sus siglas en inglés) y el diodo láser (Optronics, 2021).

Las características de un transmisor son las siguientes:

- Longitud de onda central.
- Ancho espectral.
- Potencia promedio.
- Frecuencia de modulación.

#### 6.4.2. Receptores

Casi todos los tipos de receptores de fibra óptica incorporan fotodetectores para poder convertir la señal óptica de entrada en una señal eléctrica y poder procesarla (Optronics, 2021). Al igual que el transmisor, el receptor cuenta con algunas características relevantes:

- Sensibilidad.
- BER (Bit Error Rate).
- Rango dinámico.

#### 6.4.3. Enlace de fibra monomodo y multimodo

Los convertidores de medios de fibra a fibra conectan diferentes redes de fibra óptica y admiten la conversión de una longitud de onda a otra. Proporcionan conectividad entre fibra monomodo y multimodo, así como entre fibra dual y fibra única (Incom, s. f.).

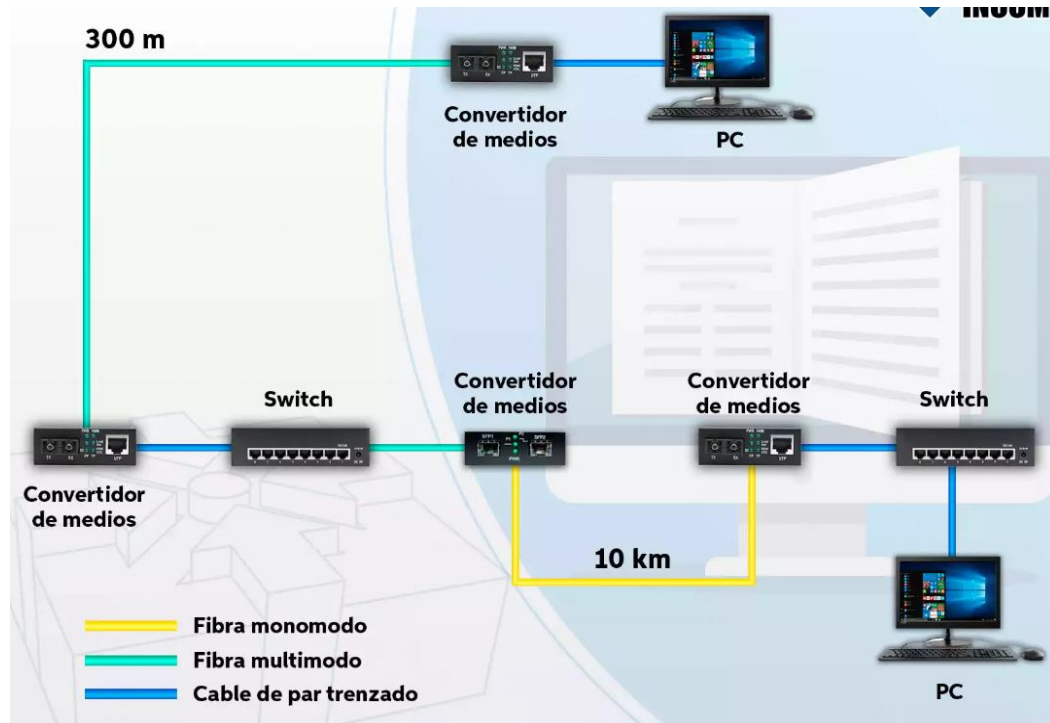


Figura 6 Enlace de fibra monomodo y multimodo (Incom, s. f.).

7. **RESULTADOS OBTENIDOS:** (A elaborar por el estudiante)
8. **DISCUSIÓN:** (A elaborar por el estudiante)
9. **CONCLUSIONES:** (A elaborar por el estudiante)
10. **RECOMENDACIONES:** (A elaborar por el estudiante)
11. **PREGUNTAS DE CONTROL:** (Deben ser respondidas por el estudiante)

1) **Indique al menos 3 características de la tecnología WDM.**

Según (FIBER WDM, 2023), la tecnología de multiplexación por división de longitud de onda tiene las siguientes características:

- **Alta velocidad**

WDM puede transmitir velocidades de datos de decenas de Gbps, incluso alcanzando el nivel de Tbps.

- **Gran capacidad**

WDM puede transmitir simultáneamente múltiples señales independientes en una fibra óptica, mejorando así la utilización del ancho de banda y la capacidad de la red.

- **Flexibilidad**

WDM puede configurar longitudes de onda independientes para cada usuario de acuerdo con los diferentes requisitos de la aplicación, por lo que tiene flexibilidad.

- **Antiinterferencias**

WDM utiliza diferentes longitudes de onda para la transmisión, por lo que tiene una fuerte capacidad anti interferencias.

**2) Explique las especificaciones técnicas de los convertidores de medios TL-FC311A-20 y TL-FC311B-20 y su importancia.**

Tabla 1 Especificaciones técnicas de los convertidores de medios TL-FC311A-20 y TL-FC311B-20

Características	TL-FC311A-20	TL-FC311B-20
Estándares	IEEE 802.3, IEEE 802.3i, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z	
LED	PWR, Link/Act	
Conector	1 fibra óptica SC; 1 RJ45 jack	
Par trenzado	100BASE-Tx: UTP/STP de 2 pares de Cat. 5 o superior ( $\leq 100$ m) 1000BASE-Tx: UTP/STP de 4 pares de Cat. 5e o superior ( $\leq 100$ m)	
Fibra	Fibra monomodo de 9/125 $\mu$ m	
Distancia de transmisión	$\leq 20$ km	$\leq 20$ km
Longitud de onda	1550 nm Tx, 1310 nm Rx	1310 nm Tx, 1550 nm Rx
Alimentación	Adaptador de corriente externo: 5 V/0,6 A	
Temperatura de funcionamiento	0°C a 50°C (de 32°F a 122°F)	
Temperatura de almacenamiento	-40°C a 70°C (de -40°F a 158°F)	

Estos dispositivos son importantes porque convierten las señales eléctricas en ópticas, y amplían fácilmente la distancia de una red gigabit existente, proporcionando un puerto gigabit RJ-45 y un

puerto gigabit de fibra SC. La tecnología WDM (multiplexación por división de longitud de onda) permite al convertidor de medios enviar y recibir datos simultáneamente utilizando sólo una fibra monomodo a través de dos canales de diferentes longitudes de onda, con una gran capacidad anti interferencias. La distancia máxima de transmisión puede alcanzar 20 km.

### **3) Indique los elementos de un enlace de fibra óptica**

Salazar (2023) considera que los siguientes elementos conforman un enlace de fibra óptica.

- Transmisor óptico
- Cables de fibra óptica: monomodo y multimodo
- Jumpers de fibra óptica
- Conectores
- Acopladores
- Regenerador óptico
- Panel de fibra óptica: Casette o Frame
- Equipos pasivos
  - Tranceivers
  - Switch con interfaz SPF
  - Amplificadores ópticos
  - Convertidores de medios
  - ONT
- Receptor óptico



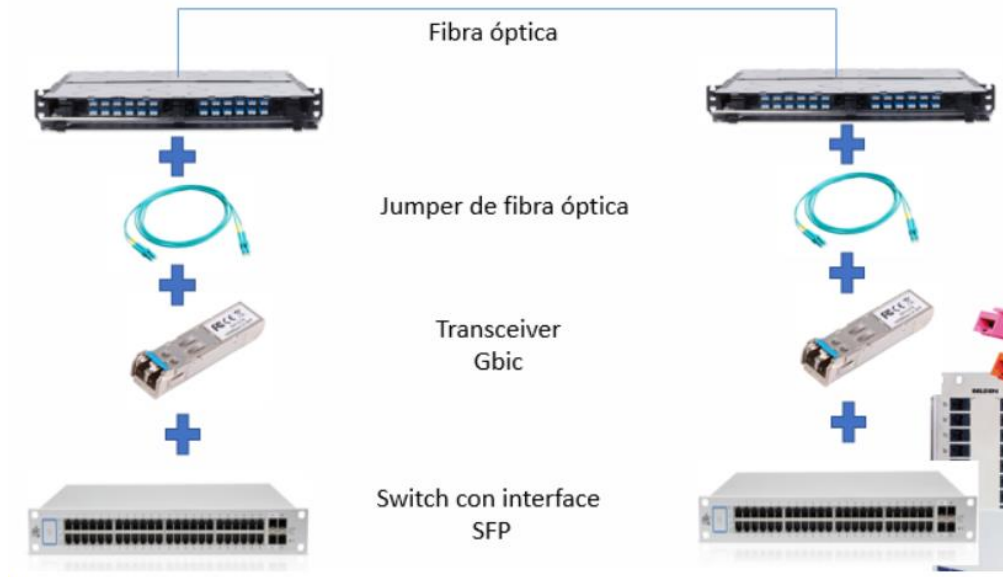


Figura 7 Diagrama de interconexión con equipo activo (Salazar, 2023)

#### 4) Explique cómo se puede saturar un canal.

Un canal se satura cuando la red experimenta más tráfico del que puede soportar, ya que recibe solicitudes que no pueden ser procesadas. Esto ocurre al conectar un número considerable de dispositivos. Además, un canal puede saturarse al saturar el ancho de banda mediante una carga o descarga intensiva. En consecuencia, la saturación del canal provoca un aumento de la latencia y problemas de rendimiento, que se traducen en velocidades lentas y pérdida de paquetes.

## BIBLIOGRAFÍA

*Bandwidth saturation*. (2023). Sonic. <https://help.sonic.com/hc/en-us/articles/115010633068->

Bandwidth-Saturation

*Conversores de Medios WDM*. (n.d.). Perle Systems. <https://www.perlesystems.es/lp/single-strand-wdm-media-converters.shtml>

De Precisión, T. (2023, 11 septiembre). WDM: Todo lo que necesita saber. *TO de precisión*.

<https://www.precisionot.com/es/wdm-everything-you-need-know/>

FIBER WDM. (2023). Principio de funcionamiento y aplicación de la tecnología de multiplexación por división de longitud de onda. [https://es.fiberwdm.com/blog/working-principle-and-application-of-wavelength-division-multiplexing-technology\\_b118](https://es.fiberwdm.com/blog/working-principle-and-application-of-wavelength-division-multiplexing-technology_b118)

*FOA Reference Guide to Fiber Optics*. (n.d.). <https://www.thefoa.org/ESP/Sistemas.htm>

Incom. (s. f.). *¿Qué es un convertidor de medios de fibra óptica?*

<https://blog.incom.mx/entrada/%C2%BFQu%C3%A9-es-un-convertidor-de-medios-de-fibra-%C3%B3ptica/246>

CWDM vs DWDM, what's the difference between them? (2021). Knowledge.

<https://community.fs.com/article/what-is-the-difference-between-dwdm-and-cwdm-optical-technologies.html>

Moris. (2020). *WDM Basics: Understanding Wavelength Division Multiplexing Technology* | *FS*

*Community*. Knowledge. <https://community.fs.com/article/do-you-know-all-these-terminologies-of-wdm-technology.html>

Optronics. (2021). Enlace de fibra óptica.

<https://optronics.com.mx/conectividad/views/blog/detalle/126-enlace-de-fibra-optica>

Salazar, J. (2023). Elementos que conforman un enlace fibra óptica. tecnosinenergia.

<https://tecnosinergia.zendesk.com/hc/es/articles/4406171484827-Elementos-que->

[conforman-un-enlace-fibra-%C3%B3ptica-BELDEN-Video-](https://tecnosinergia.zendesk.com/hc/es/articles/4406171484827-Elementos-que-conforman-un-enlace-fibra-%C3%B3ptica-BELDEN-Video-)

Soriano, D. (2022, 14 noviembre). No satures la conexión a Internet: 5 cosas que haces mal.

*ADSLZone.*

<https://www.adslzone.net/noticias/redes/5-consejos-evitar-saturacion->

[internet/](https://www.adslzone.net/noticias/redes/5-consejos-evitar-saturacion-internet/)

**Anexo 13. Informe de práctica de laboratorio N4**

**INFORME DE PRÁCTICA # 4**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

1. **TEMA:** Enlace de fibra óptica con tecnología WDM.
2. **OBJETIVOS:**
  - Comprender el funcionamiento de los convertidores de medios WDM.
  - Establecer un enlace de fibra óptica usando tecnología WDM.
  - Utilizar el software especializado JPerf para saturar el canal.
  - Verificar el enlace de fibra óptica mediante la conexión de una cámara IP.

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Patch cord SC/UPC - SC/UPC o SC/APC – SC/APC</li><li>• Patch UTP CAT 5 o 6</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Convertidores de medios WDM</li><li>• Cámara IP</li><li>• Computadoras</li><li>• Software JPerf</li></ul>

5. **INSTRUCCIONES:**
  - Colocar las mochilas en los casilleros.
  - Prohibido el consumo de alimentos.
  - Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
  - Prohibido jugar.
  - Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
  - Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.

- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS

### Primer escenario: Saturación de canal

En la práctica se realizó un enlace de fibra óptica, y luego se saturó el canal utilizando el software JPerf. Se asignó una dirección IP estática a las computadoras PC1 y PC2 que actúan como “Cliente” y “Servidor”, respectivamente.

- **PC1 - Cliente:** 10.10.2.1
- **PC2 - Servidor:** 10.10.2.2
- **Protocolo de transporte:** TCP

Luego, se configuró el número de conexiones *Num Connections* y el número de *Parallel Streams* en 1, indicando que se desea establecer 1 conexión entre el cliente y servidor, y tendrá 1 flujo de datos paralelo.

**Parallel Streams: 1**

**Num connections: 1**

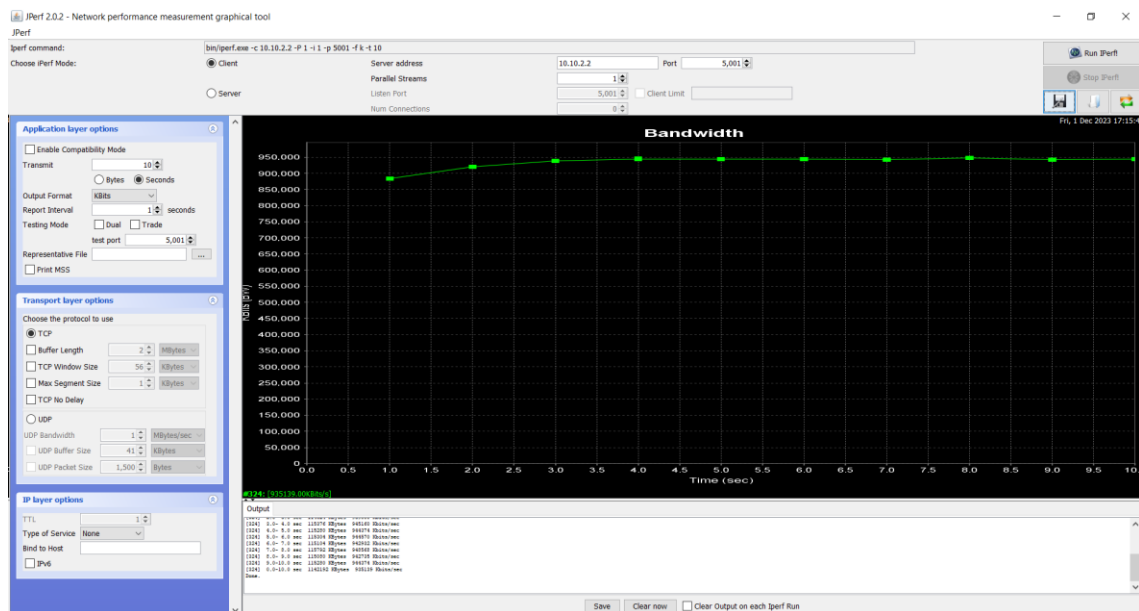


Figura 1 Cliente: 1 parallel streams

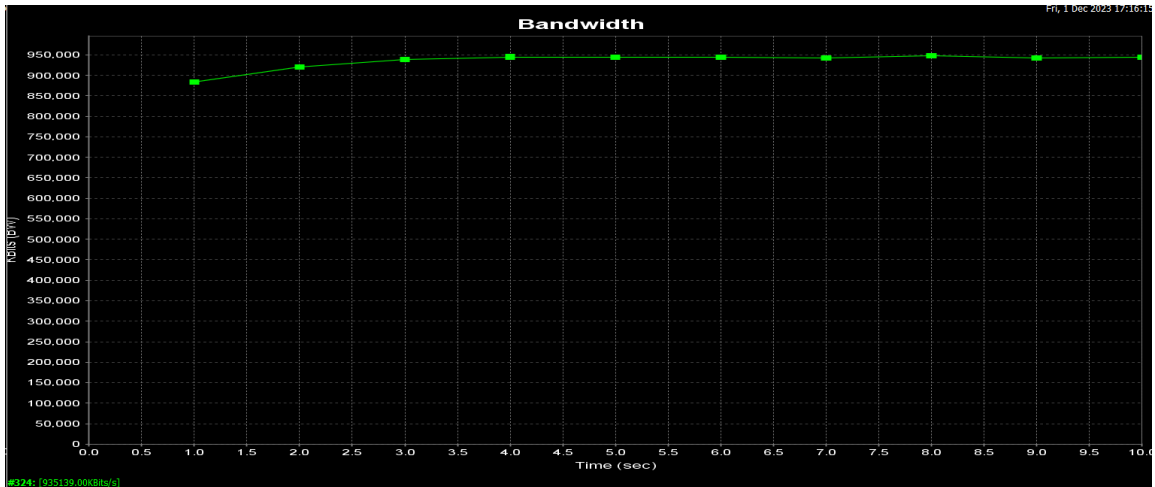


Figura 2 Cliente: Ancho de banda

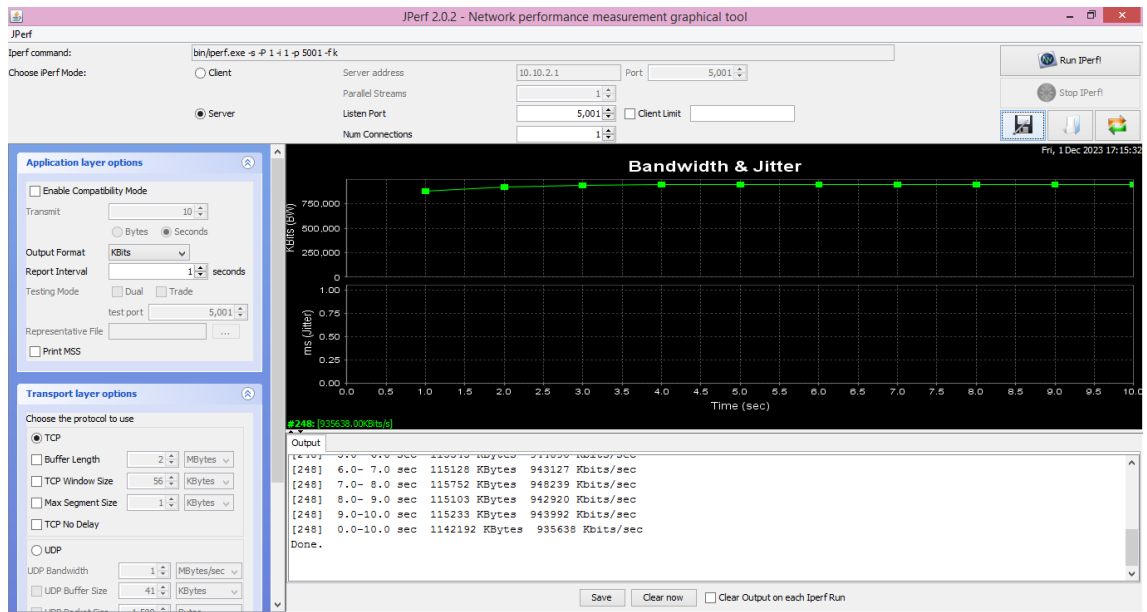


Figura 3 Servidor: 1 conexión

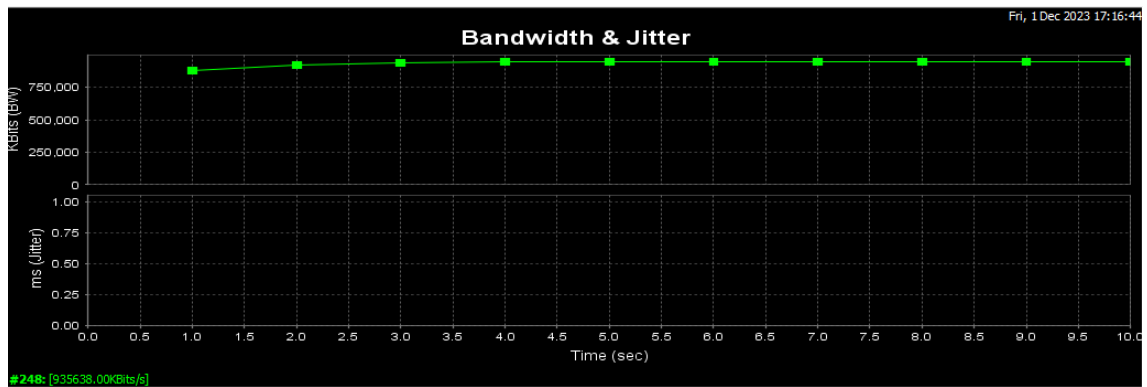


Figura 4 Servidor: Ancho de banda y jitter

Se trabajó en un intervalo de tiempo de 0.0 – 10.0 segundos en el que se registraron los datos tanto en el lado del cliente como del servidor. En el cliente se obtuvo un valor de ancho de banda de 935.139 Kbits/seg, y en el lado del servidor 935.638 Kbits/seg; esto indica que se está cerca de la capacidad nominal del convertidor de medios de 1 Gbps.

Se configuró el *num connections* como el número de *parallel streams* en 10, indicando que se desea establecer 10 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 10 flujos de datos paralelos.

**Parallel Streams: 10**

**Num connections: 10**

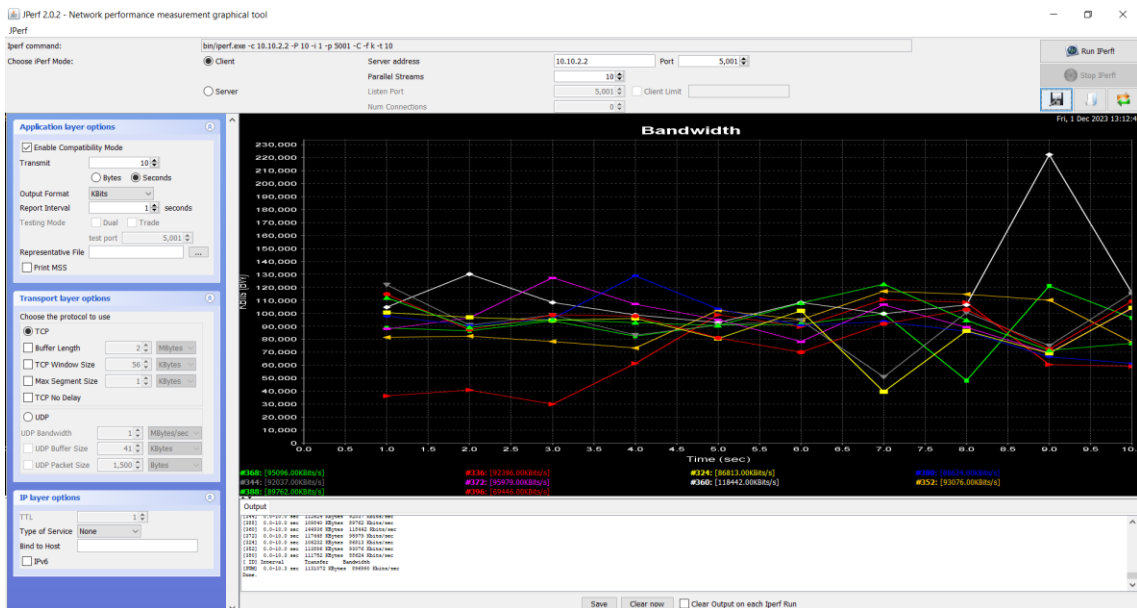


Figura 5 Cliente: 10 parallel streams

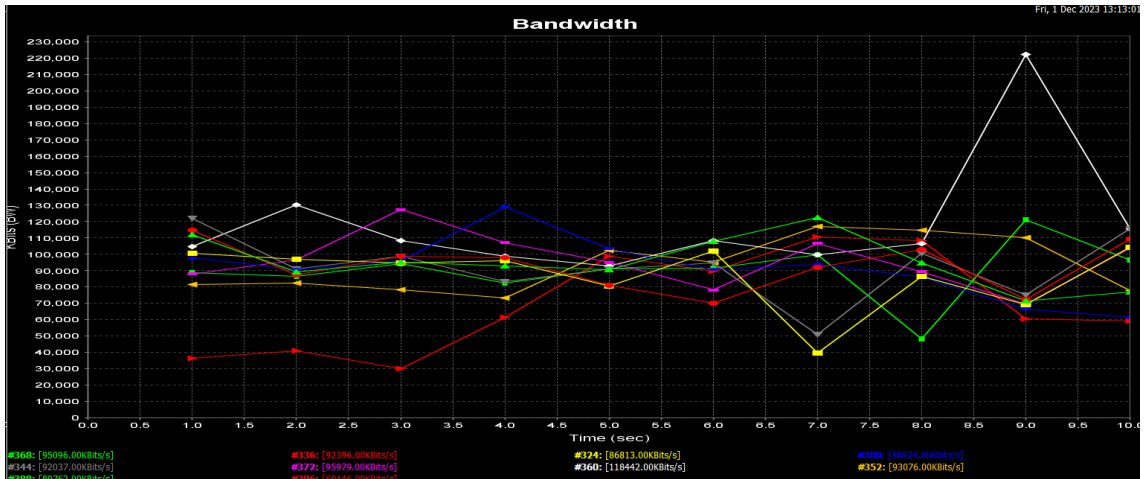


Figura 6 Cliente: Ancho de banda



Figura 7 Servidor: 10 conexiones

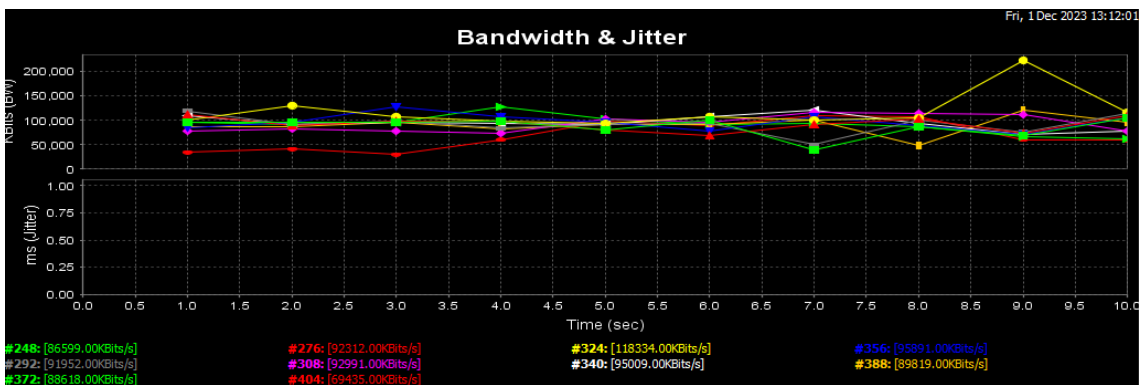


Figura 8 Servidor: Ancho de banda y jitter

Lado del cliente:



- Intervalo: 0,0 - 10,3 segundos
- Transferencia total: 1.131.072 KBytes
- Ancho de banda promedio: 896.990 Kbits/seg

**Lado del servidor:**

- Intervalo: 0,0 - 10,4 segundos
- Transferencia total: 1.131.072 KBytes
- Ancho de banda promedio: 894.224 Kbits/seg

El servidor transfirió un total de 1131072 KBytes de datos a una tasa promedio de 894224 Kbits por segundo hacia el cliente.

Se configuró el valor de *num connections* como el número de *parallel streams* en 50, indicando que se desea establecer 50 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 50 flujos de datos paralelos.

**Parallel Streams: 50**

**Num connections: 50**

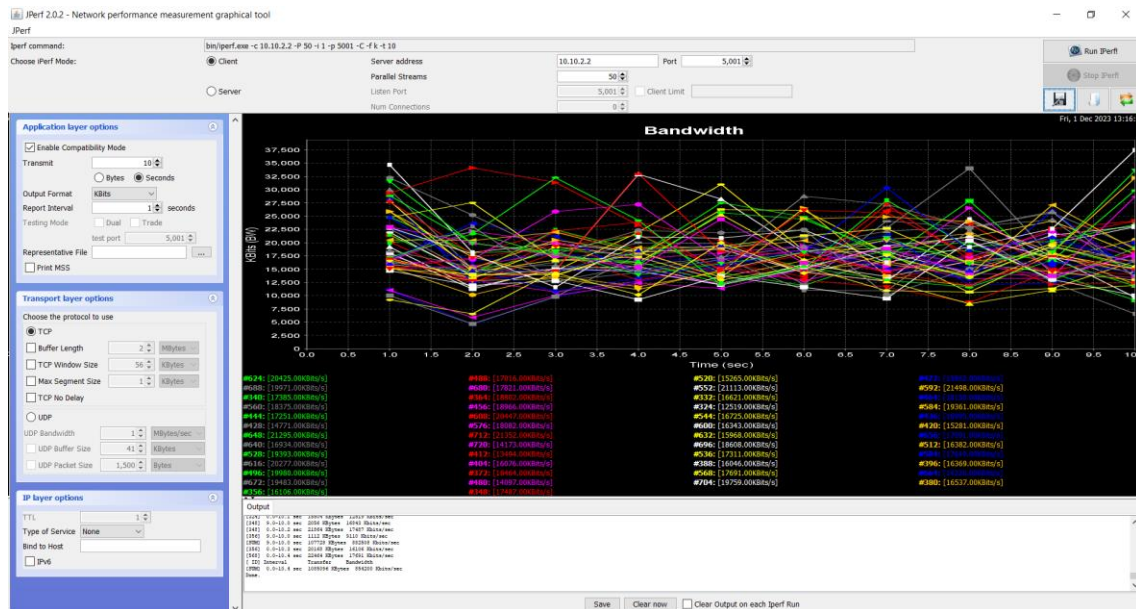


Figura 9 Cliente: 50 parallel streams

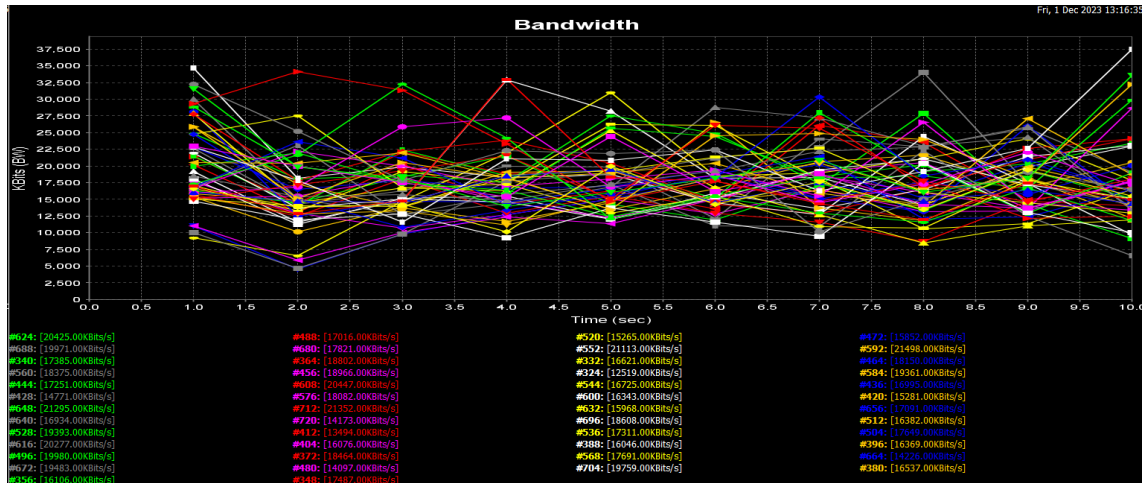


Figura 10 Cliente: Ancho de banda

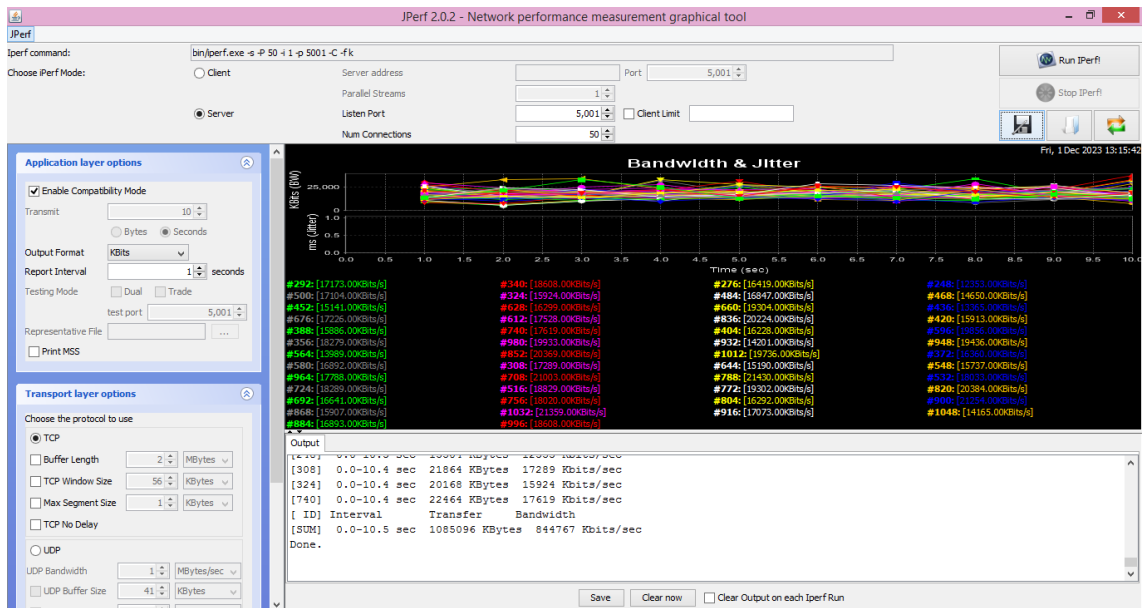


Figura 11 Servidor: 50 conexiones

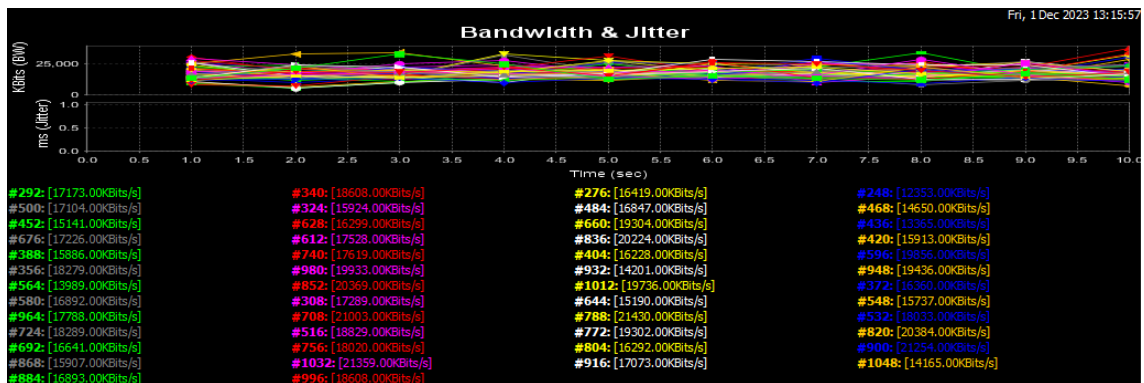


Figura 12 Servidor: Ancho de banda y jitter

Lado del cliente:

- Intervalo: 0,0-10,4 segundos
- Transferencia total: 1085096 KBytes
- Ancho de banda promedio: 854200 Kbits/seg

**Lado del servidor:**

- Intervalo: 0,0-10,5 segundos
- Transferencia total: 1085096 KBytes
- Ancho de banda promedio: 844767 Kbits/seg

El servidor transfirió un total de 1085096 KBytes de datos a una tasa promedio de 844767 Kbits por segundo hacia el cliente.

Se configuró el *num connections* como el número de *parallel streams* en 100, indicando que se desea establecer 100 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 100 flujos de datos paralelos.

**Parallel Streams: 100**

**Num connections: 100**

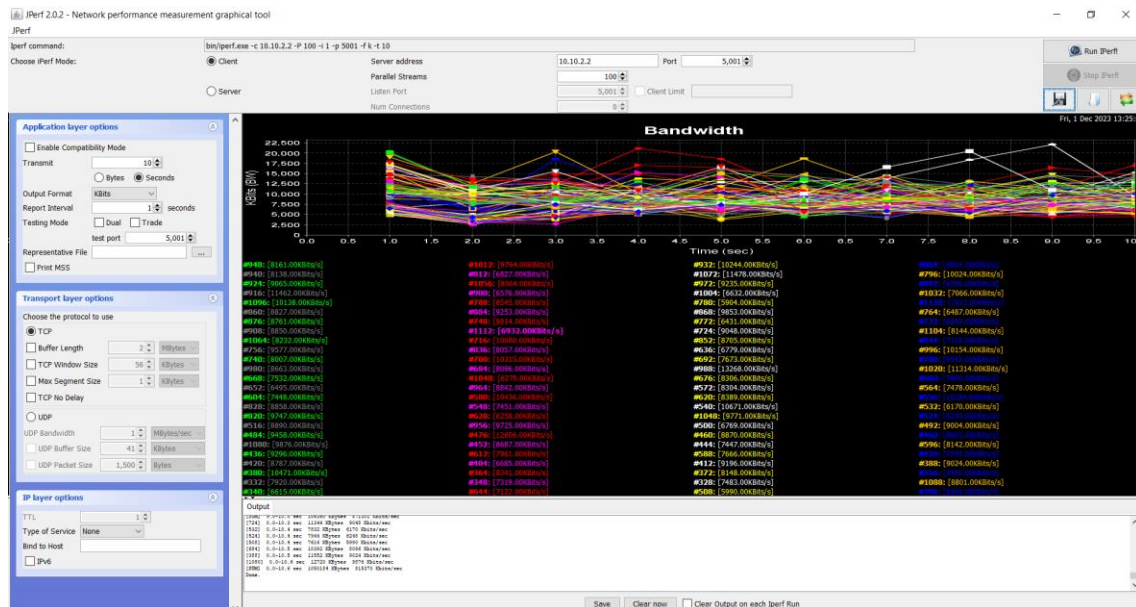


Figura 13 Cliente: 100 parallel streams

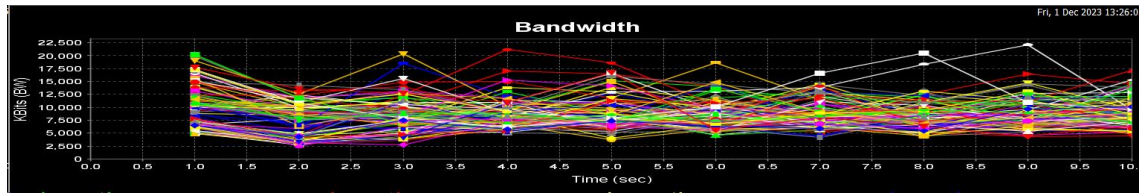


Figura 14 Cliente: Ancho de banda

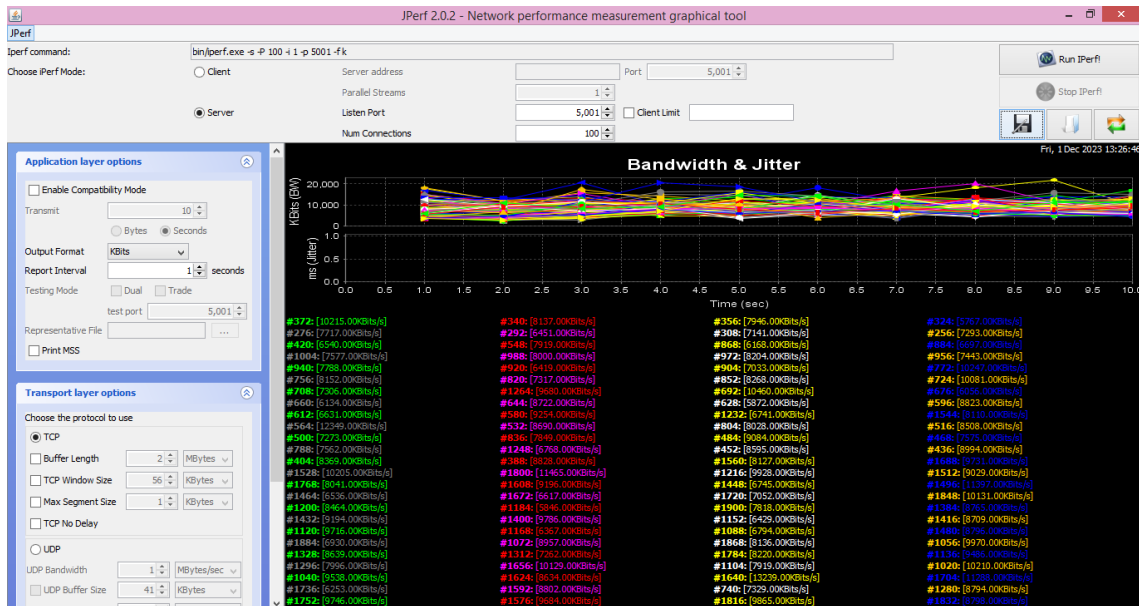


Figura 15 Servidor: 100 conexiones

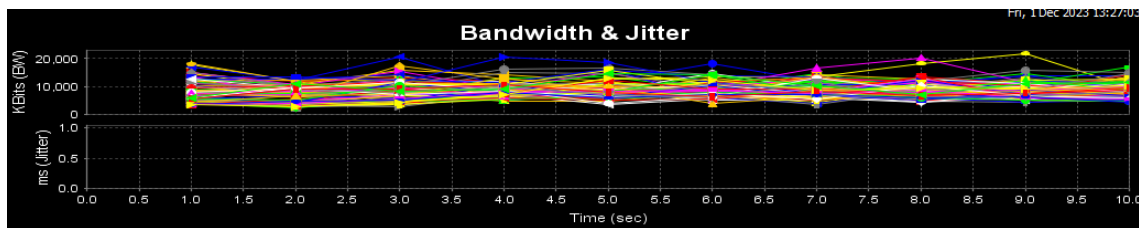


Figura 16 Servidor: Ancho de banda y jitter

**Lado del cliente:**

- Intervalo: 0,0 - 10,6 segundos
- Transferencia total: 1050184 KBytes
- Ancho de banda promedio: 815370 Kbits/seg

**Lado del servidor:**

- Intervalo: 0,0 - 10,8 segundos
- Transferencia total: 1050186 KBytes
- Ancho de banda promedio: 799087 Kbits/seg

Los dos extremos transfirieron cantidades muy similares de datos: 1050184 KBytes en el lado del cliente y 1050186 KBytes en el servidor.

Se configuró el *num connections* como el número de *parallel streams* en 300, indicando que se desea establecer 300 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 300 flujos de datos paralelos.

**Parallel Streams: 300**

**Num connections: 300**

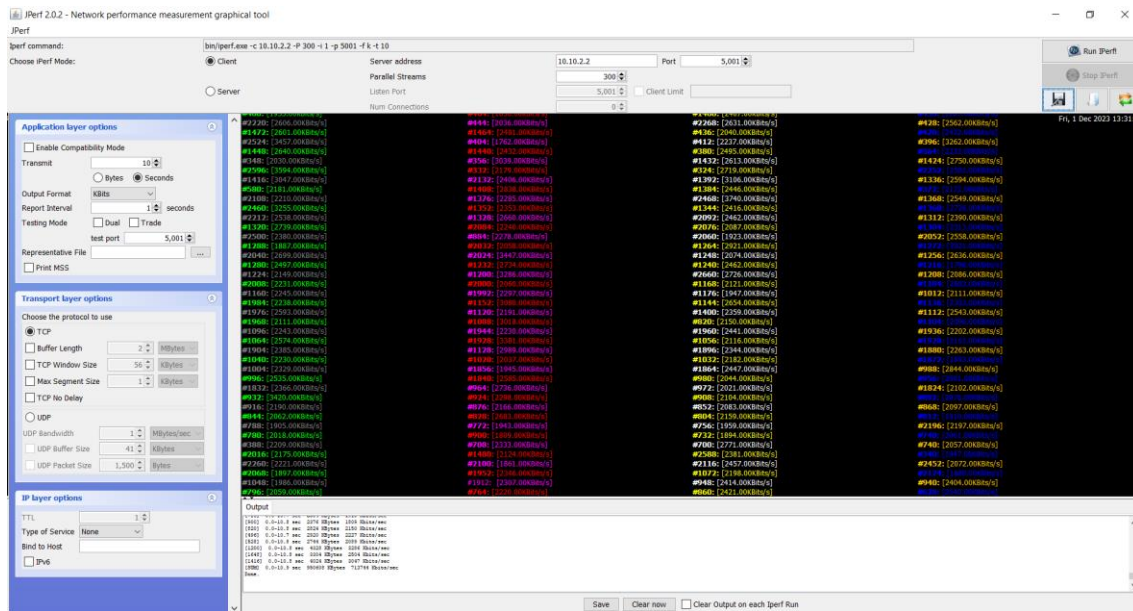


Figura 17 Cliente: 300 parallel streams

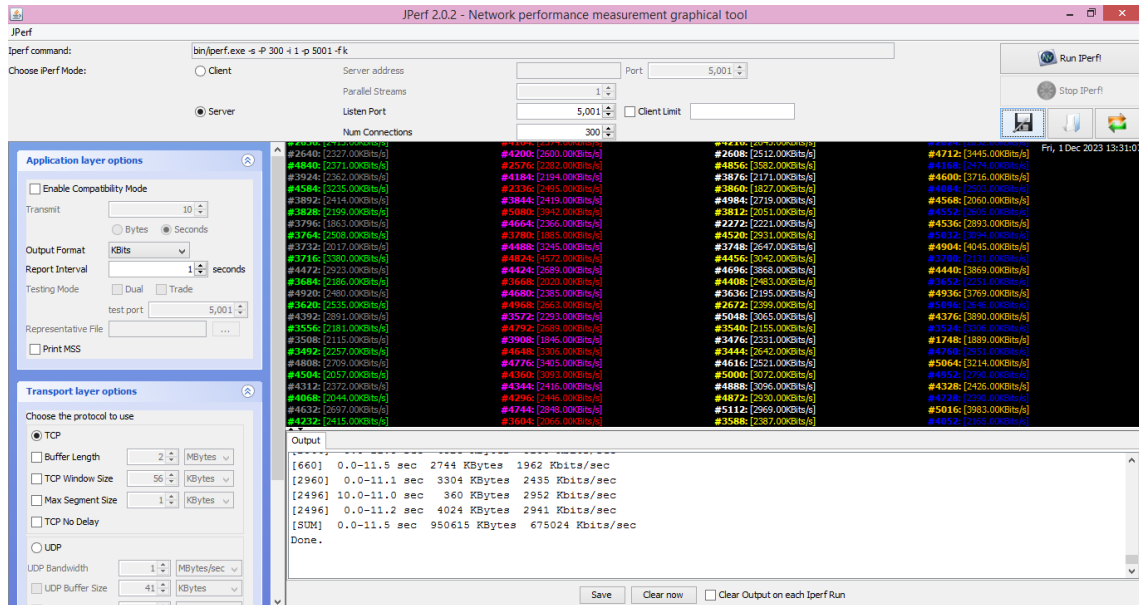


Figura 18 Servidor: 300 conexiones

**Lado del cliente:**

- Intervalo: 0,0 - 10,9 segundos
- Transferencia total: 950.608 KBytes
- Ancho de banda promedio: 713.744 Kbits/seg

**Lado del servidor:**

- Intervalo: 0,0 - 11,5 segundos
- Transferencia total: 950.615 KBytes
- Ancho de banda promedio: 675.024 Kbits/seg

En este caso se pudo observar que el servidor asignó un ancho de banda de 0 Kbits/seg, lo cual indica que, por alguna razón, el servidor no estaba permitiendo la transferencia de datos a través de la red. Es decir, el aumento en el número de conexiones y streams paralelos podría estar contribuyendo a una carga excesiva en el canal, resultando en una asignación de ancho de banda tan baja como 0 Kbits/seg.

Se configuró el *num connections* como el número de *parallel streams* en 500, indicando que se desea establecer 500 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 500 flujos de datos paralelos.

**Parallel Streams: 500**

## Num connections: 500



Figura 19 Cliente: 500 parallel streams

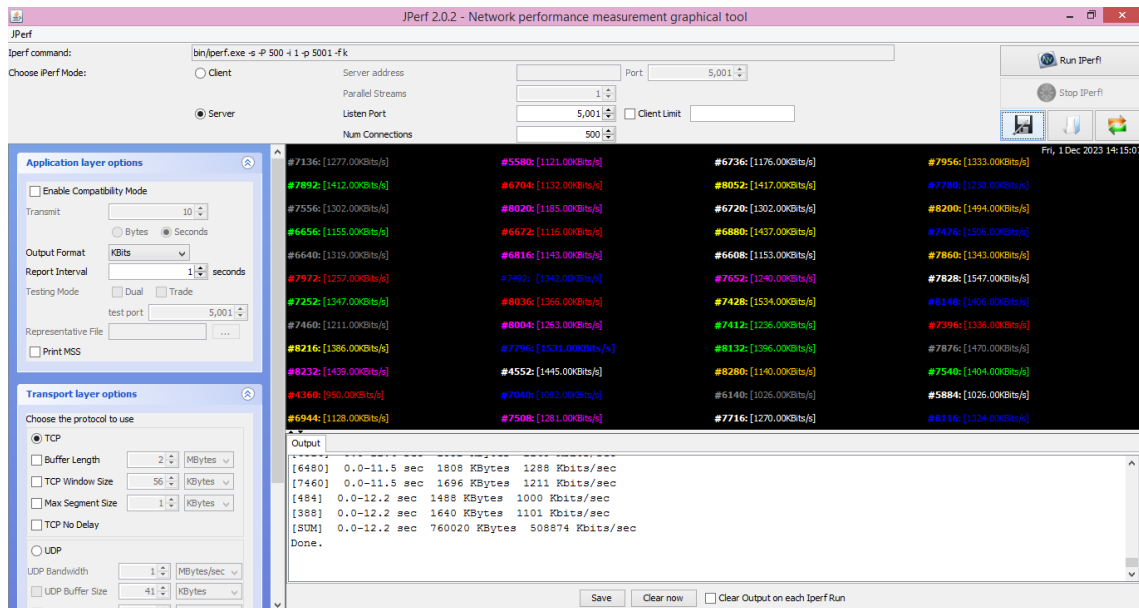


Figura 20 Servidor: 500 conexiones

## Lado del cliente:

- Intervalo: 0,0 - 11,4 segundos
- Transferencia total: 760.008 KBytes
- Ancho de banda promedio: 546.227 Kbits/seg

## Lado del servidor:

- Intervalo: 0,0 - 12,2 segundos
- Transferencia total: 760.020 KBytes
- Ancho de banda promedio: 508.874 Kbits/seg

Se configuró el *num connections* como el número de *parallel streams* en 800, indicando que se desea establecer 800 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 800 flujos de datos paralelos.

**Parallel Streams: 800**

**Num connections: 800**

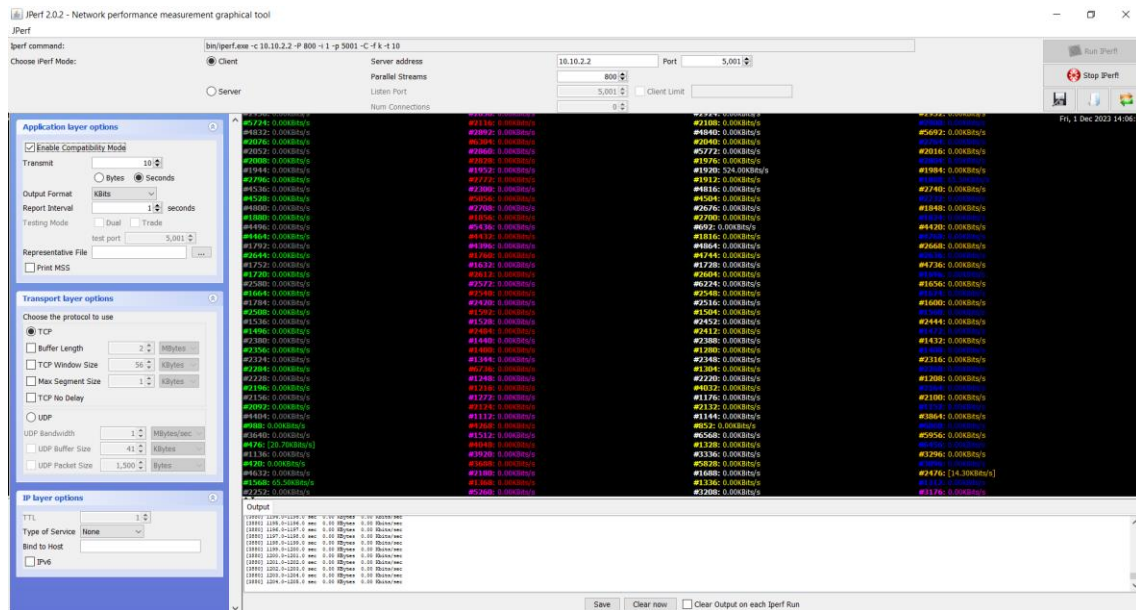


Figura 21 Cliente: 800 paralelo



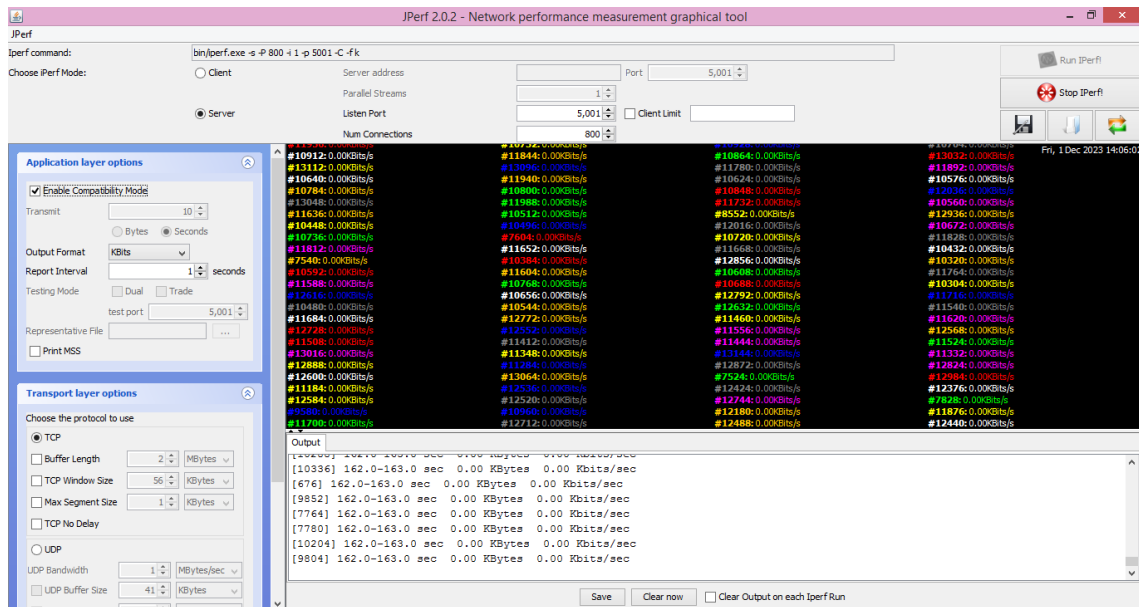


Figura 22 Servidor: 800 conexiones

En la configuración de 800 conexiones y 800 *parallel stream* se observa que, tanto en el lado del cliente como en el del servidor, la transferencia es de 0 KBytes con un ancho de banda de 0 Kbits/seg. Este escenario indica la presencia de un tráfico elevado, en donde la cantidad de información transmitida supera la capacidad máxima del canal. En consecuencia, el canal se satura, resultando en la incapacidad de realizar transferencias de datos efectivas entre el cliente y el servidor.

### Cambio de tipo de protocolo de transporte

Se procede de forma similar a lo realizado en párrafos anteriores, con la diferencia de que ahora el protocolo de transporte es UDP.

- **Cliente:** 10.10.2.2
- **Servidor:** 10.10.2.1
- **Protocolo de transporte:** UDP

Se configuró el *num connections* como el número de *parallel streams* en 10, indicando que se desea establecer 10 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 10 flujos de datos paralelos.

**Parallel Streams:** 10

Num connections: 10

Ancho de banda: 10 MBytes/s

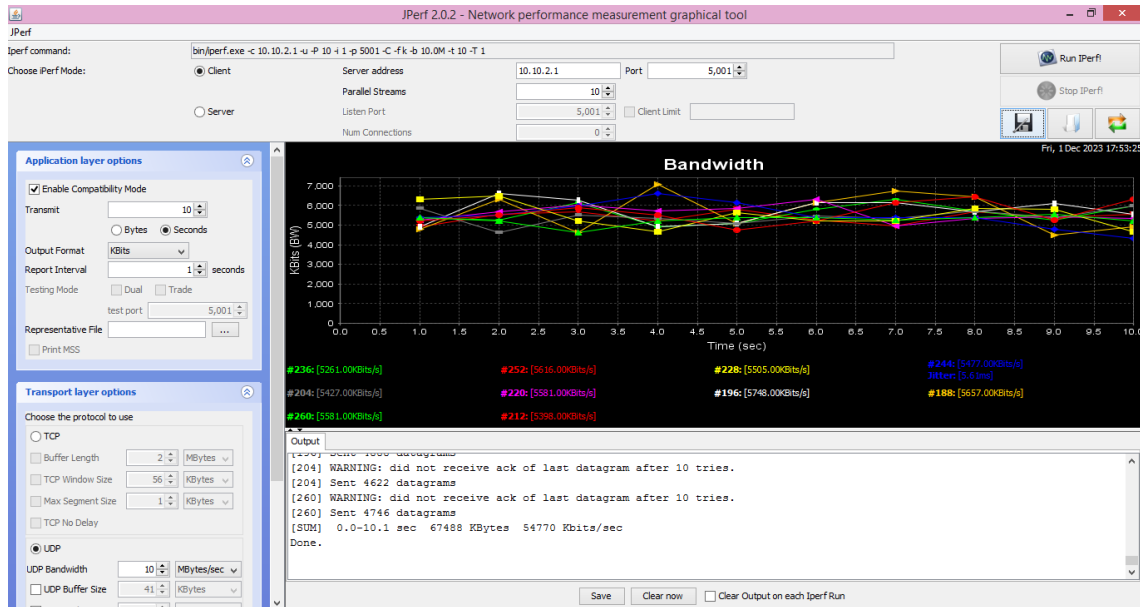


Figura 23 Cliente: 10 parallel streams con ancho de banda de 10 MBytes/sec

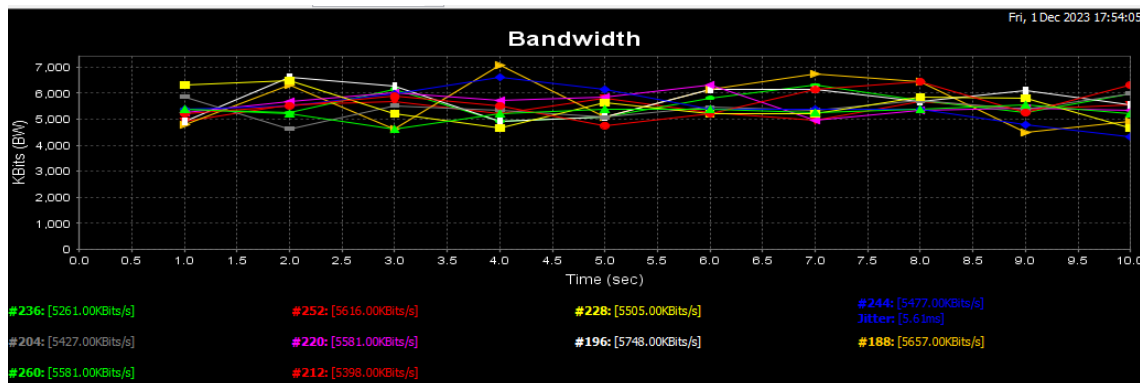


Figura 24 Cliente: Ancho de banda

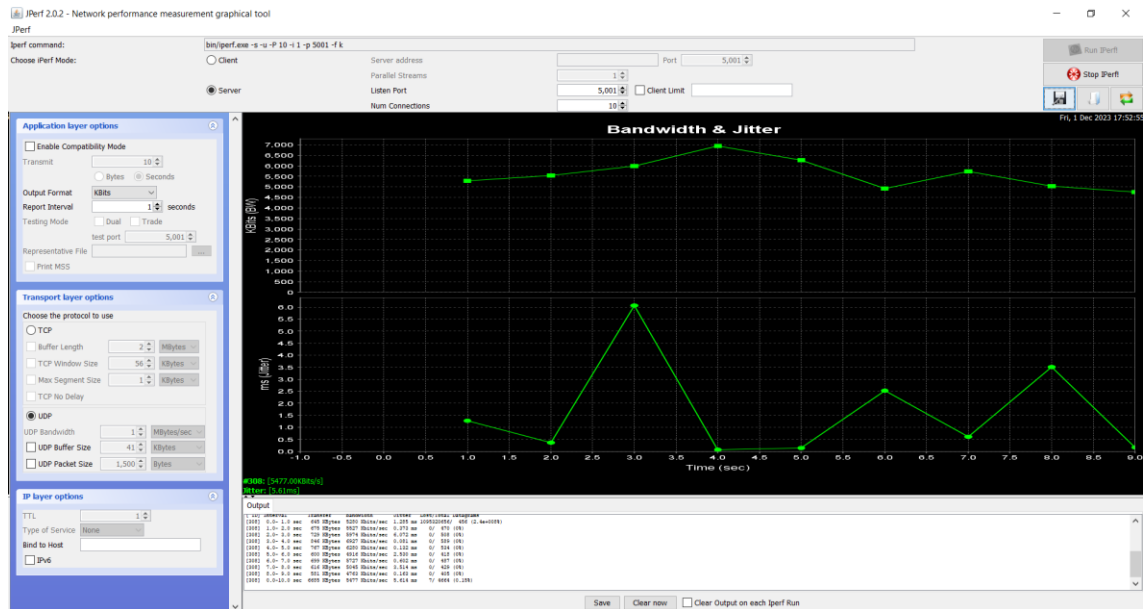


Figura 25 Servidor: 10 conexiones con ancho de banda de 10 MBytes/sec

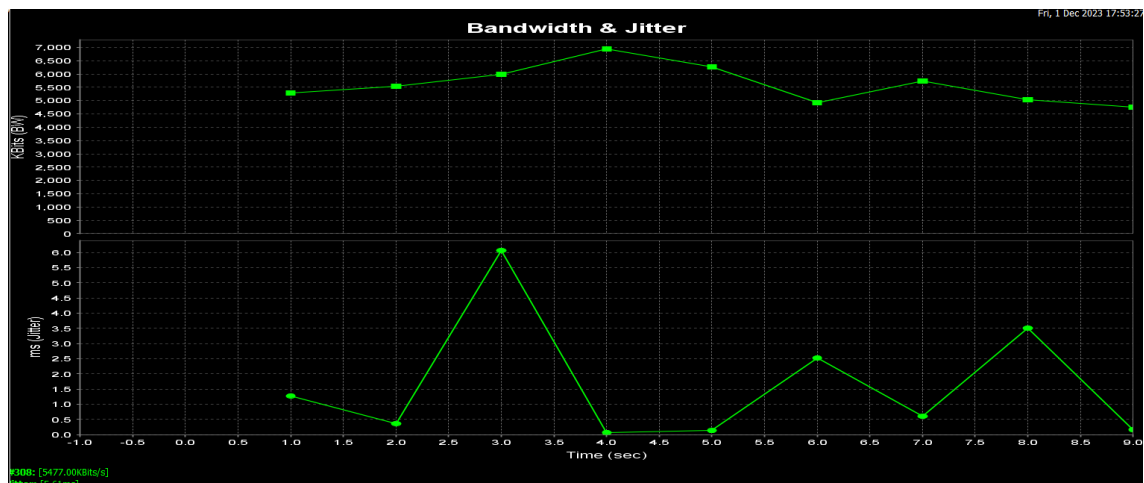


Figura 26 Servidor: Ancho de banda y jitter

Durante el intervalo de 0,0 - 10,0 segundos, el extremo del servidor transfirió un total de 6.685 KBytes de datos hacia el lado del cliente. La tasa de transferencia promedio fue de 5.477 Kbits/seg, y se observó una latencia promedio de 5.613 milisegundos. Además, se registró una pérdida mínima de paquetes, con solo 7 de 4.664 paquetes perdidos, lo que representa un 0.15 % de pérdida.

Se configuró el *num connections* como el número de *parallel streams* en 10, indicando que se desea establecer 10 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 10 flujos de datos paralelos, con un ancho de banda de 100 MBytes/s.

**Parallel Streams: 10**

**Num connections: 10**

**Ancho de banda: 100 MBytes/s**

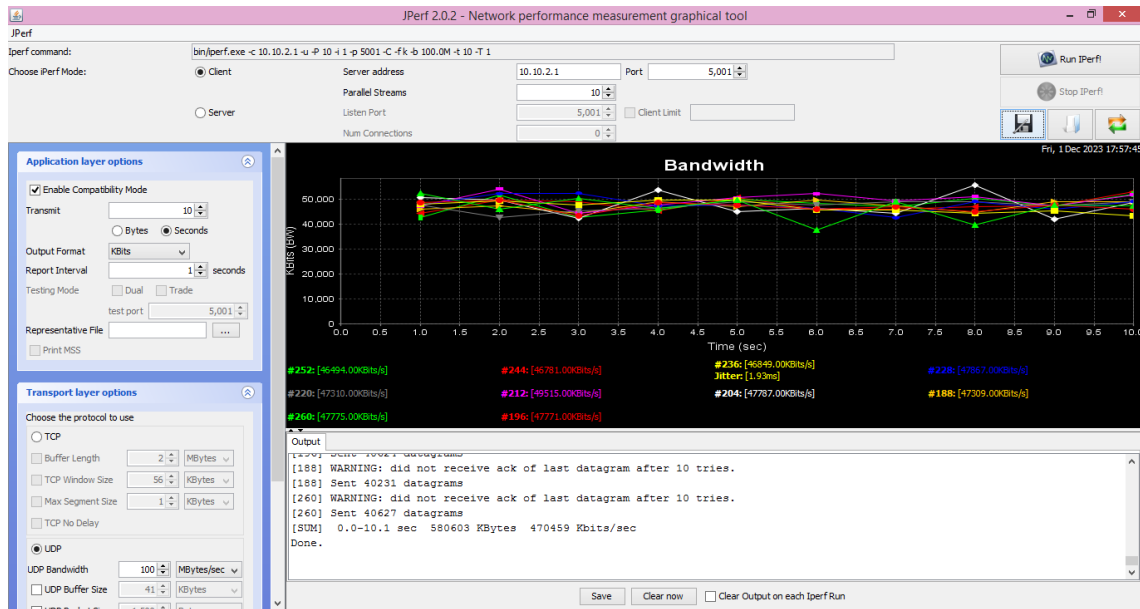


Figura 27 Cliente: 10 parallel streams con un ancho de banda de 100 MBytes/sec

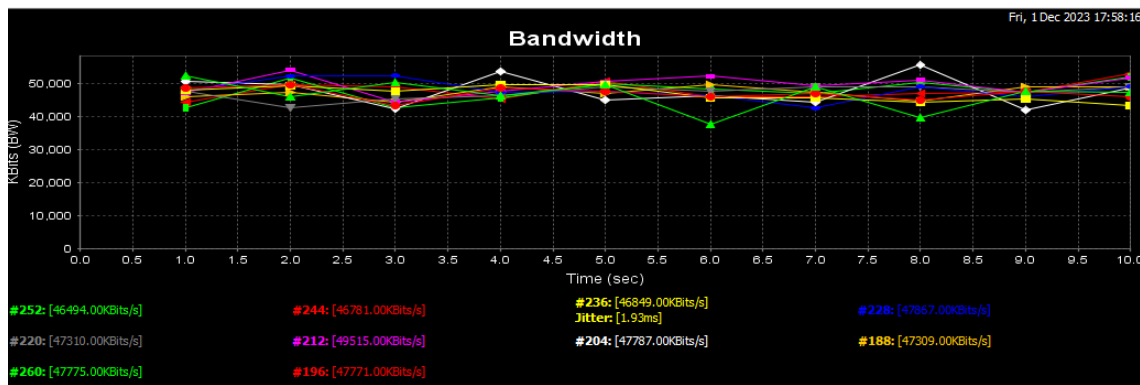


Figura 28 Cliente: Ancho de banda

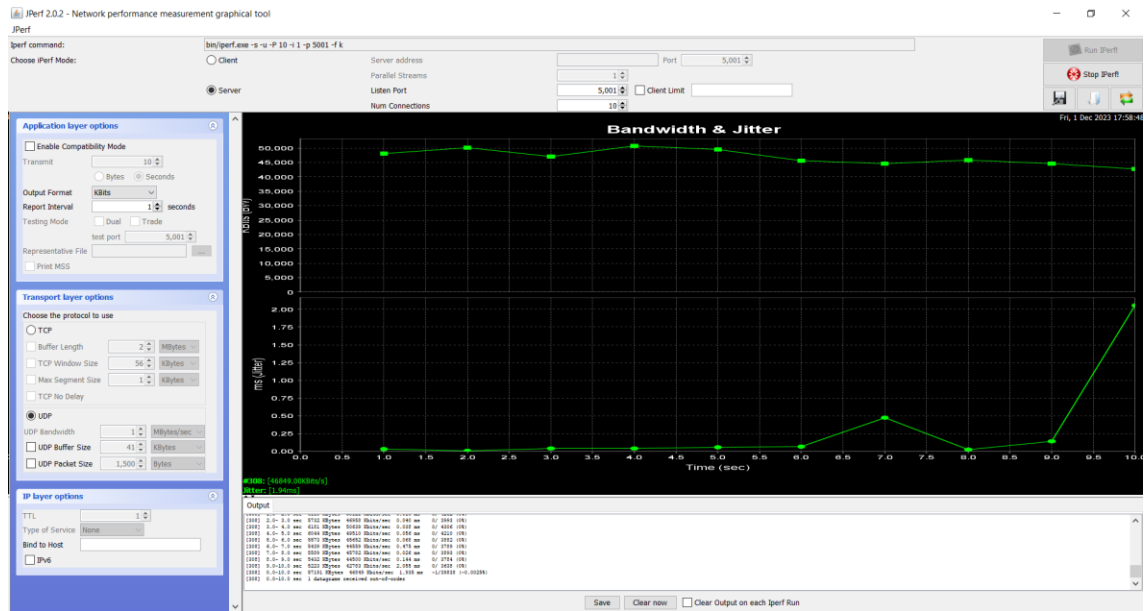


Figura 29 Servidor: 10 conexiones con un ancho de banda de 100 MBytes/sec

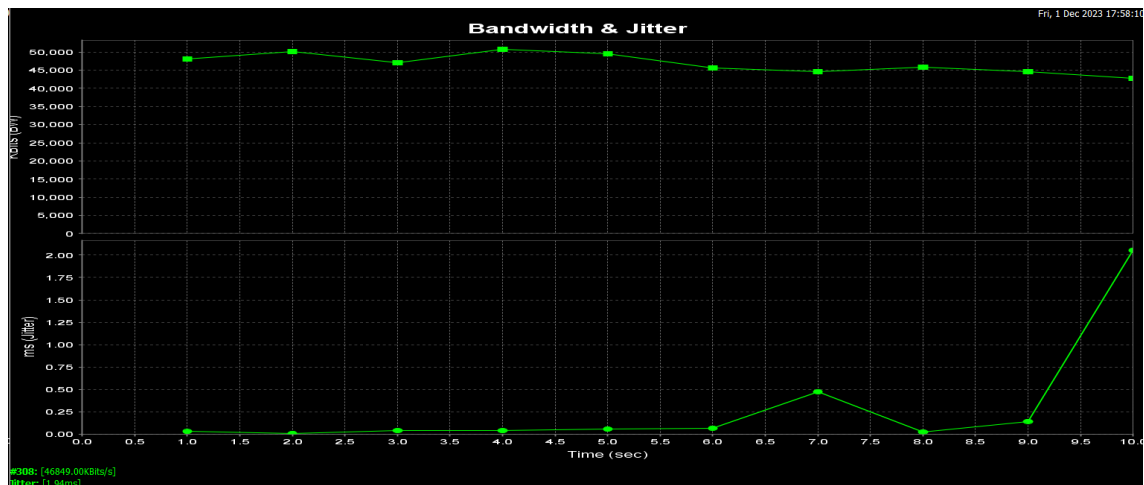


Figura 30 Servidor: Ancho de banda y jitter

Durante el intervalo de 0,0 - 10,0 segundos, el lado del servidor transfirió un total de 57.191 KBytes de datos hacia el lado del cliente. La tasa de transferencia promedio fue de 46.849 Kbits/seg, y se observó una latencia promedio de 1.934 milisegundos. Además, se registró una pérdida mínima de paquetes, con solo 1 de 39.838 paquetes perdidos, lo que representa un -0.0025 % de pérdida.

Se configuró el *num connections* como el número de *parallel streams* en 10, indicando que se desea establecer 10 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 10 flujos de datos paralelos, con un ancho de banda de 1000 MBytes/s.

Parallel Streams: 10

Num connections: 10

Ancho de banda: 1000 MBytes/s



Figura 31 Cliente: 10 parallel streams con ancho de banda de 1000 MBytes/sec

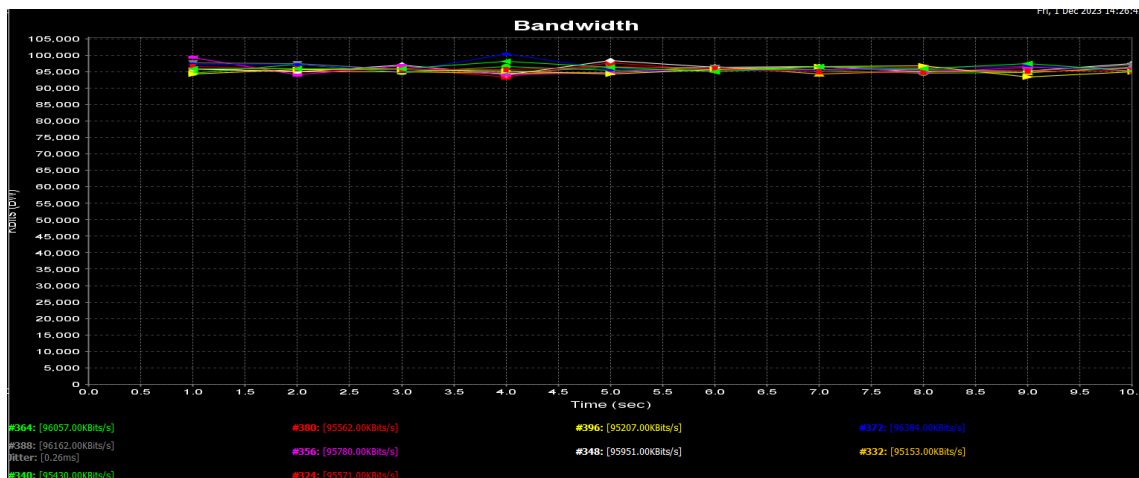


Figura 32 Cliente: Ancho de banda

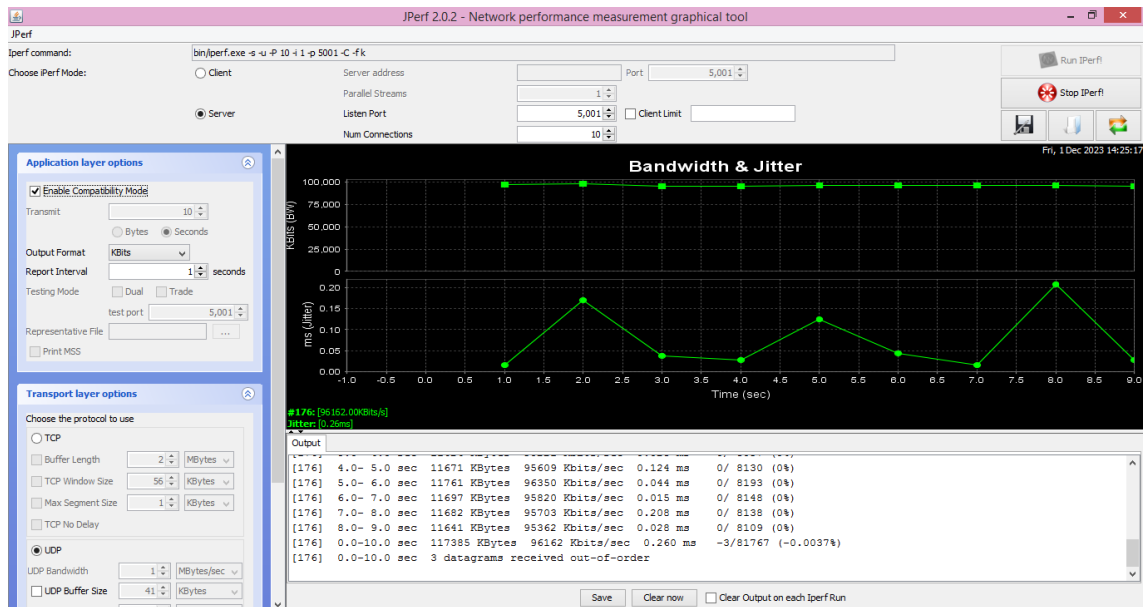


Figura 33 Servidor: 10 parallel streams con ancho de banda de 1000 MBytes/sec

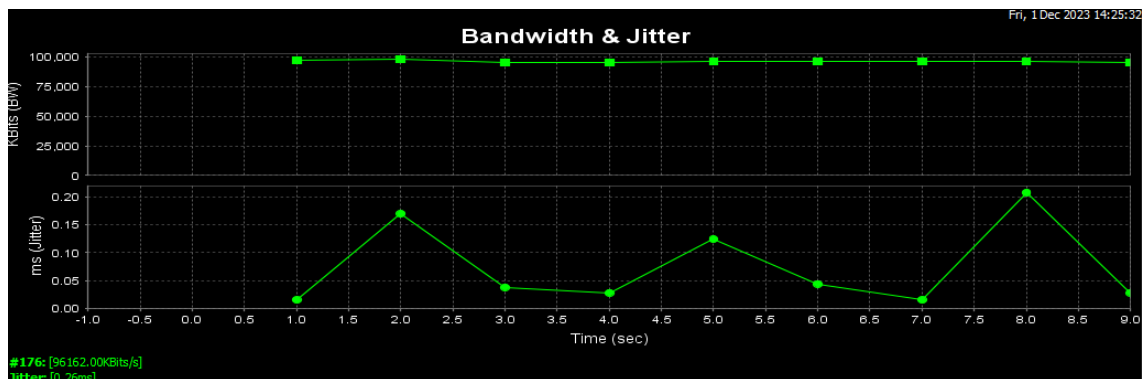


Figura 34 Servidor: Ancho de banda y jitter

Durante el intervalo de 0,0 - 10,0 segundos, el lado del servidor transfirió un total de 117.385 KBytes de datos hacia el lado del cliente. La tasa de transferencia promedio fue de 96.162 Kbits/seg, y se observó un jitter de 0,260 milisegundos, indicando una baja variabilidad en el retardo de la red. Además, se registró una pérdida mínima de paquetes, con solo 3 de 81.767 paquetes perdidos, lo que representa un -0,0037% de pérdida.

Se configuró el *num connections* como el número de *parallel streams* en 50, indicando que se desea establecer 50 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 50 flujos de datos paralelos, con un ancho de banda de 1.000 MBytes/s.

Parallel Streams: 50  
 Num connections: 50  
 Ancho de banda: 1.000 MBytes/s

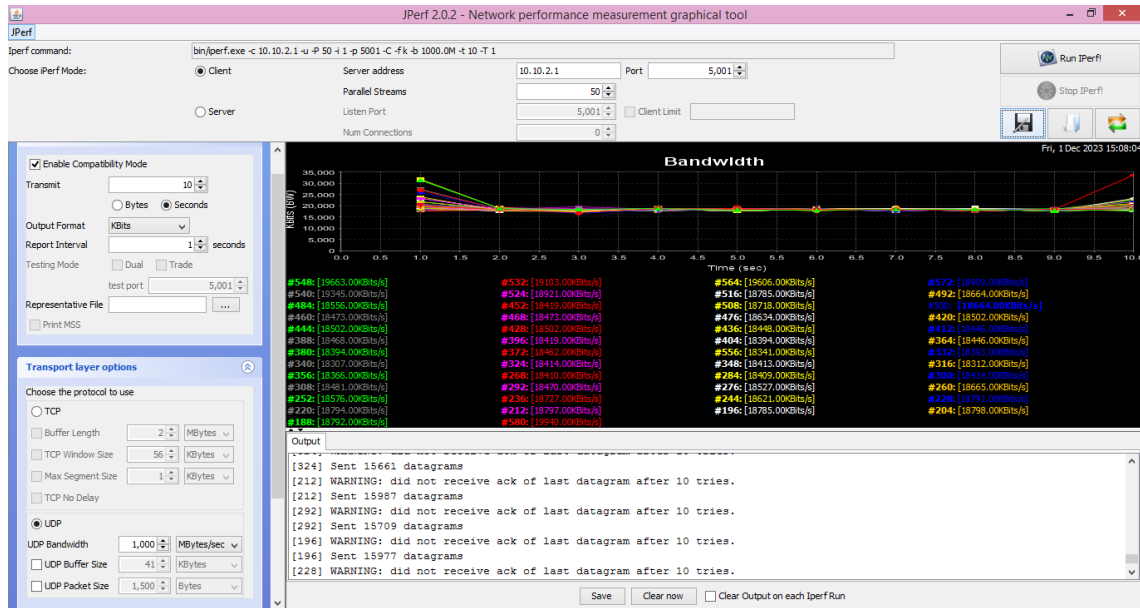


Figura 35 Cliente: 50 parallel streams con ancho de banda de 1.000 MBytes/sec

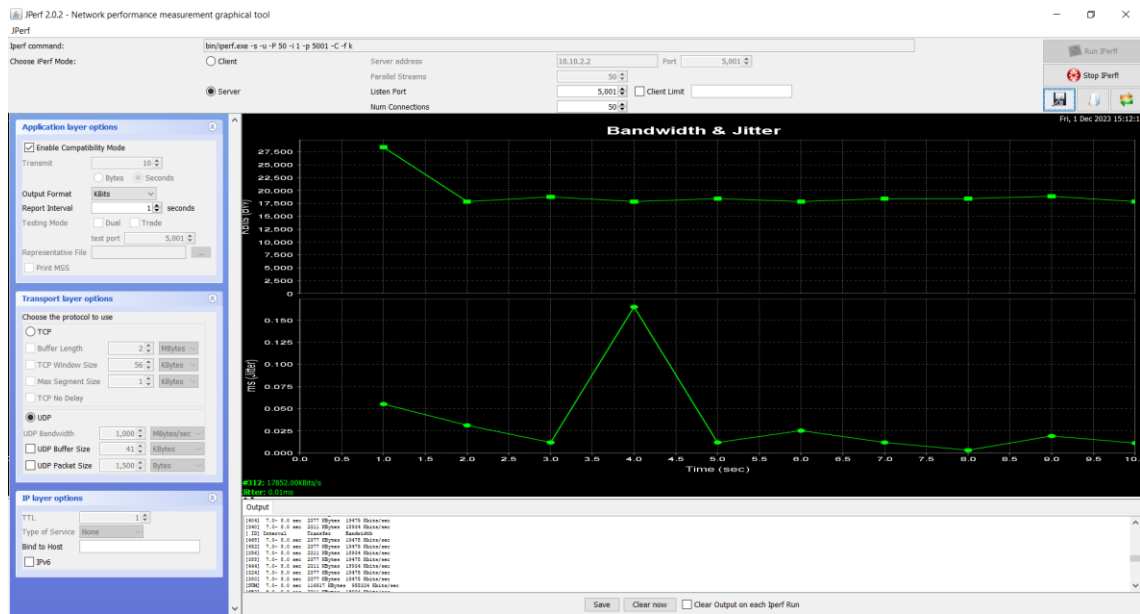


Figura 36 Servidor: 50 conexiones con ancho de banda de 1.000 MBytes/sec

Durante el intervalo de 0,0 - 10,0 segundos, el lado del servidor transfirió un total de 23.583 KBytes de datos hacia el lado del cliente. La tasa de transferencia promedio fue de 19.250



Kbits/seg, y se observó un jitter de 0,479 milisegundos, indicando una variabilidad en el retardo de la red. Además, se registró una pérdida de paquetes, con 238 de 16.666 paquetes perdidos, lo que representa un 1,4% de pérdida.

Se configuró el *num connections* como el número de *parallel streams* en 100, indicando que se desea establecer 100 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 100 flujos de datos paralelos.

**Parallel Streams: 100**

**Num connections: 100**

**Ancho de banda: 1.000 MBytes/s**

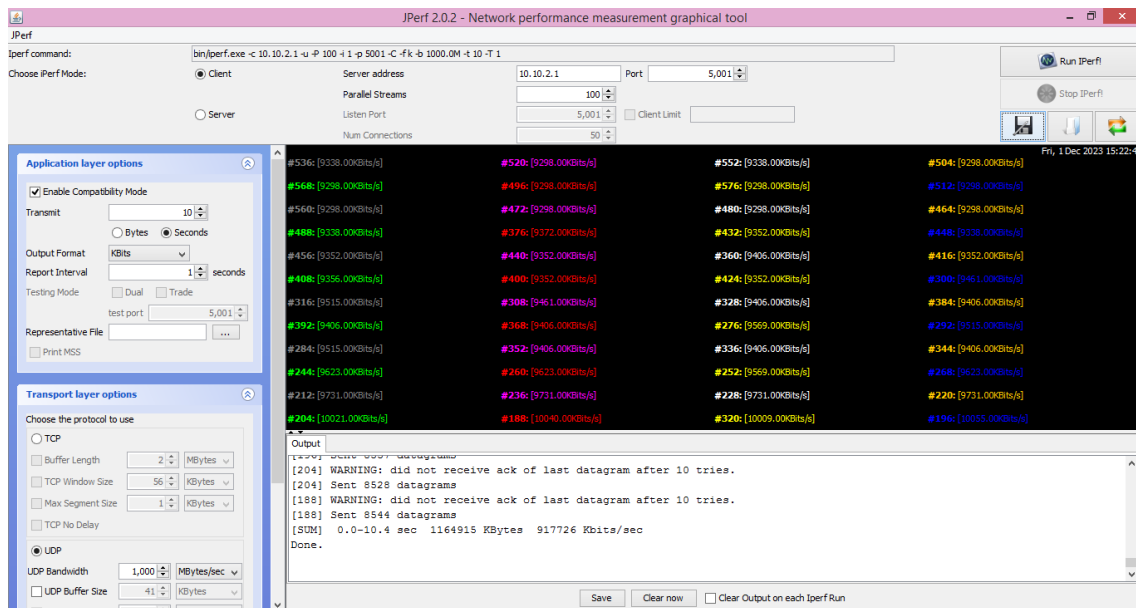


Figura 37 Cliente: 100 parallel streams con ancho de banda de 1000 MBytes/sec

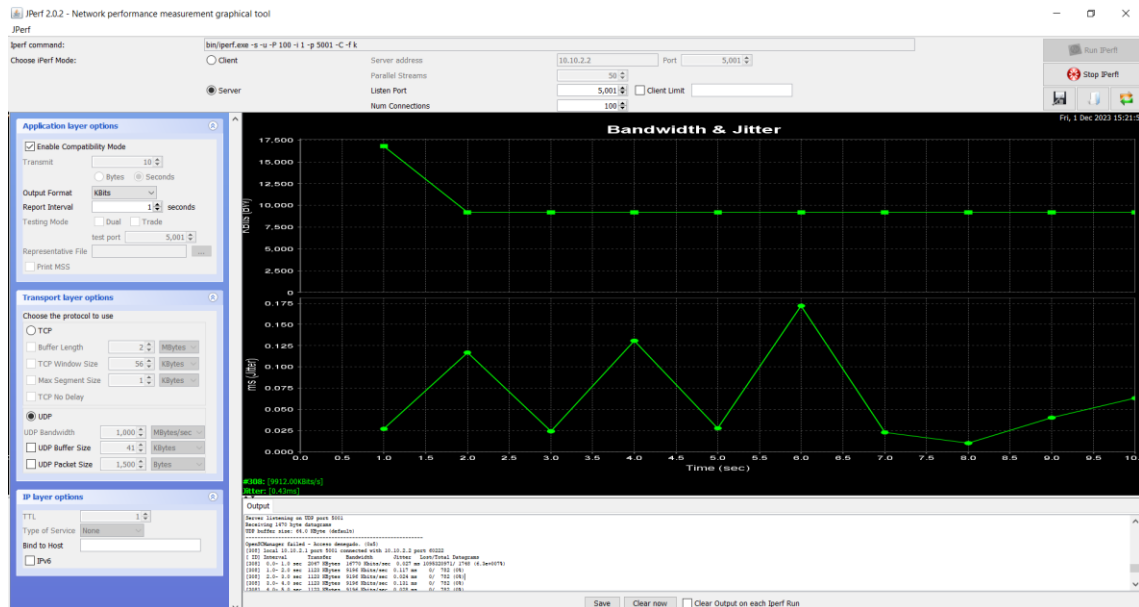


Figura 38 Servidor: 100 conexiones con ancho de banda de 1000 MBytes/sec

Durante el intervalo de 0,0 - 10,0 segundos, el lado del servidor transfirió un total de 12.153 KBytes de datos hacia el lado del cliente. La tasa de transferencia promedio fue de 9.912 Kbits/seg, y se observó un jitter de 0,429 milisegundos, indicando cierta variabilidad en el retardo de la red. Además, se registró una pérdida de paquetes, con 322 de 8.788 paquetes perdidos, lo que representa un 3,7% de pérdida.

Se configuró el *num connections* como el número de *parallel streams* en 300, indicando que se desea establecer 300 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 300 flujos de datos paralelos.

**Parallel Streams: 300**

**Num conections: 300**

**Ancho de banda: 1.000 MBytes/s**

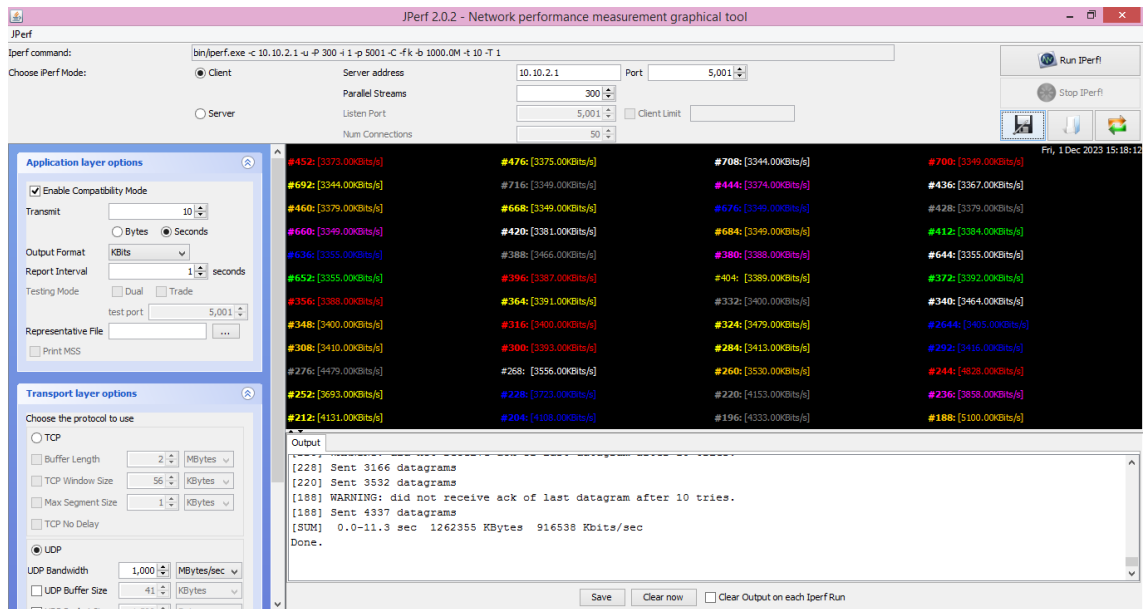


Figura 39 Cliente: 300 parallel streams con ancho de banda de 1000 MBytes/sec

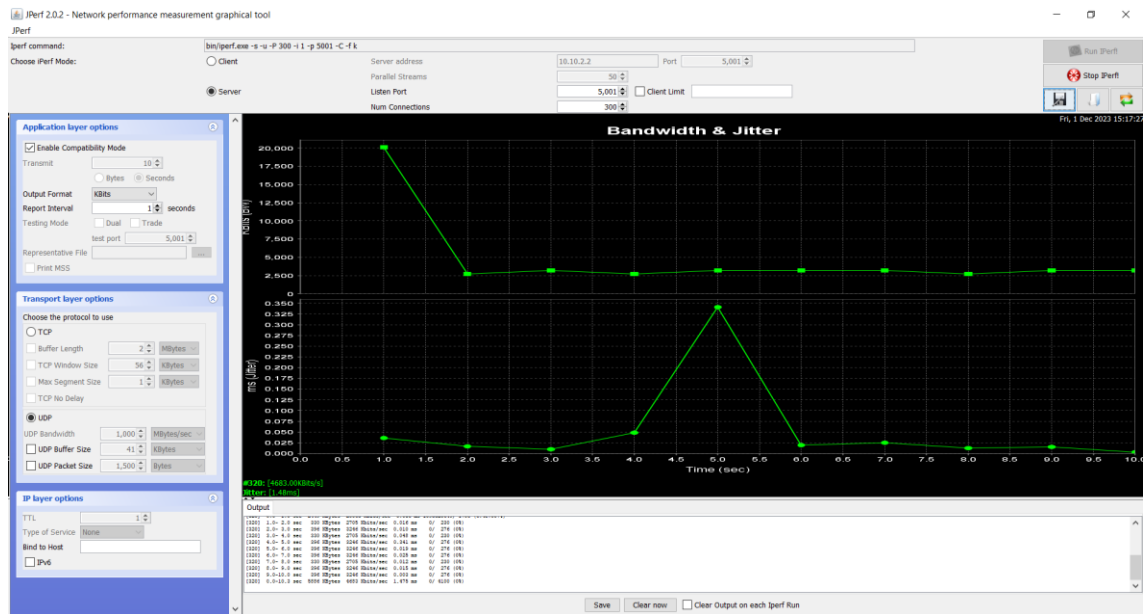


Figura 40 Servidor: 300 conexiones con ancho de banda de 1000 MBytes/sec

Se configuró el *num connections* como el número de *parallel streams* en 500, indicando que se desea establecer 500 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 500 flujos de datos paralelos.

**Parallel Streams: 500**

**Num conections: 500**

**Ancho de banda: 1.000 MBytes/s**

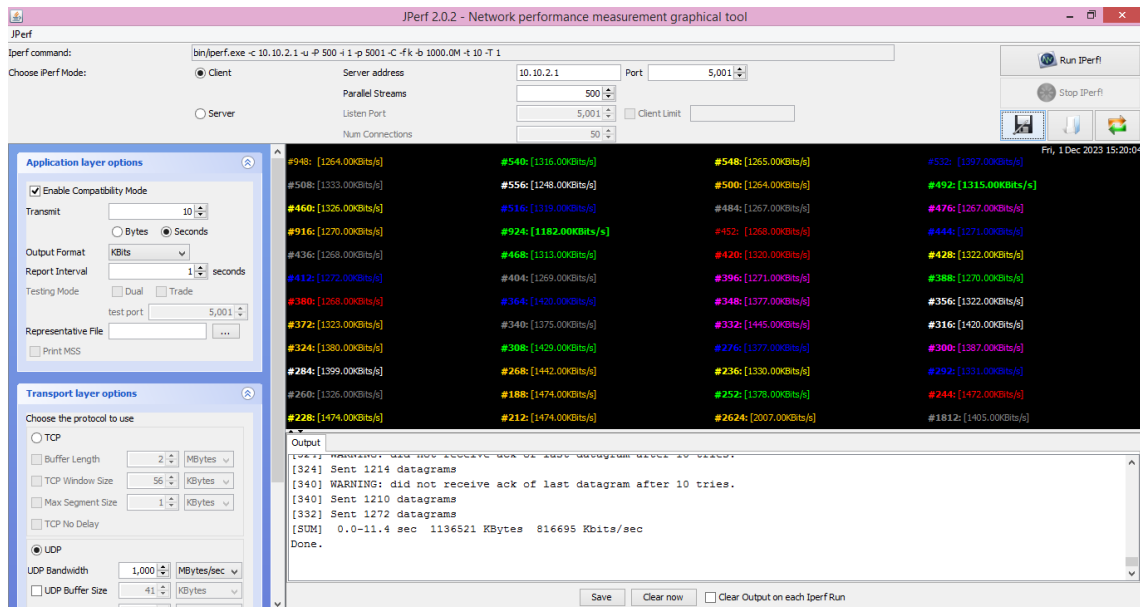


Figura 41 Cliente: 500 parallel stream con ancho de banda de 1000 MBytes/sec

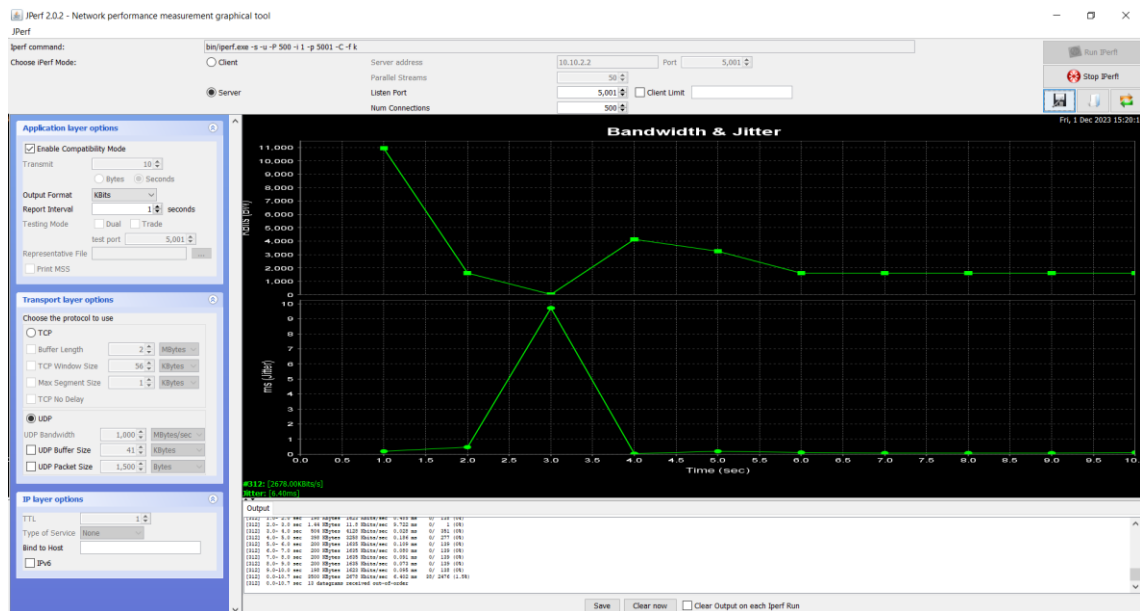


Figura 42 Servidor: 500 conexiones con ancho de banda de 1.000 MBytes/sec

En el intervalo de 0,0 - 10,7 segundos, el lado del servidor transfirió un total de 3.500 KBytes de datos hacia el lado del cliente. La tasa de transferencia promedio fue de 2.678 Kbits/seg, y se observó un jitter de 6,402 milisegundos, indicando una variabilidad en el retardo de la red. Además, se registró una pérdida de paquetes, con 38 de 2.476 paquetes perdidos, lo que representa un 1,5% de pérdida.

Se configuró el *num connections* como el número de *parallel streams* en 800, indicando que se desea establecer 800 conexiones entre el cliente y servidor, y cada una de estas conexiones tendrá 800 flujos de datos paralelos.

**Parallel Streams: 800**

**Num connections: 800**

**Ancho de banda: 1.000 MBytes/s**

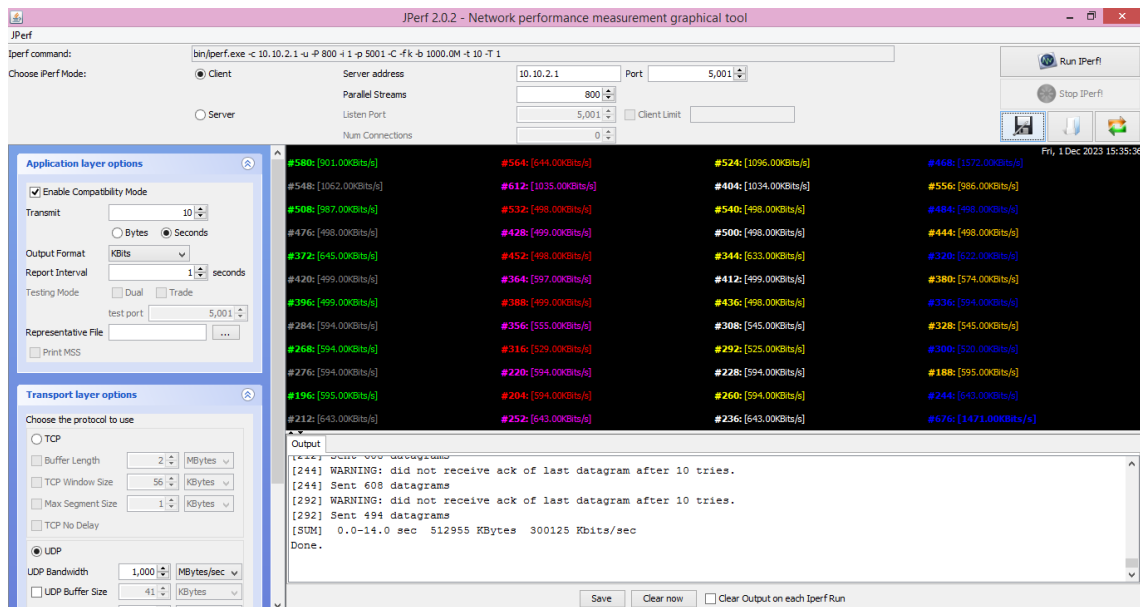


Figura 43 Cliente: 800 parallel stream con ancho de banda de 1000 MBytes/sec

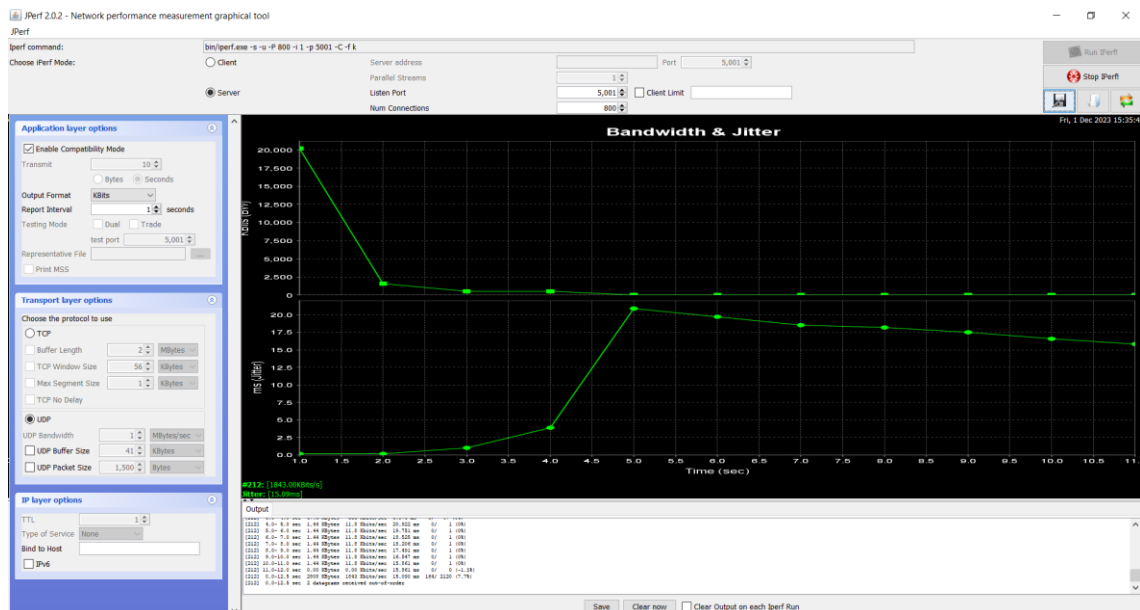


Figura 44 Servidor: 800 conexiones con ancho de banda de 1000 MBytes/sec

Durante el intervalo de 0,0 - 12,5 segundos, el lado del servidor transfirió un total de 2.808 KBytes de datos hacia el lado del cliente. La tasa de transferencia promedio fue de 1.843 Kbits/seg, y se observó un jitter de 15,090 milisegundos, indicando una variabilidad en el retardo de la red. Además, se registró una pérdida de paquetes, con 164 de 2.120 paquetes perdidos, lo que representa un 7,7% de pérdida.

Las tasas de transferencia de 2.678 Kbits/sec, 1.843 Kbits/sec, o incluso 9.912 Kbits/sec son bastante bajas. Por lo tanto, en base a los datos proporcionados, hay indicios de que la red está experimentando saturación.

### Segundo escenario: Cámara IP

Se logró establecer un enlace de fibra óptica entre el computador y una cámara IP, permitiendo la transmisión y visualización fluida de imágenes.

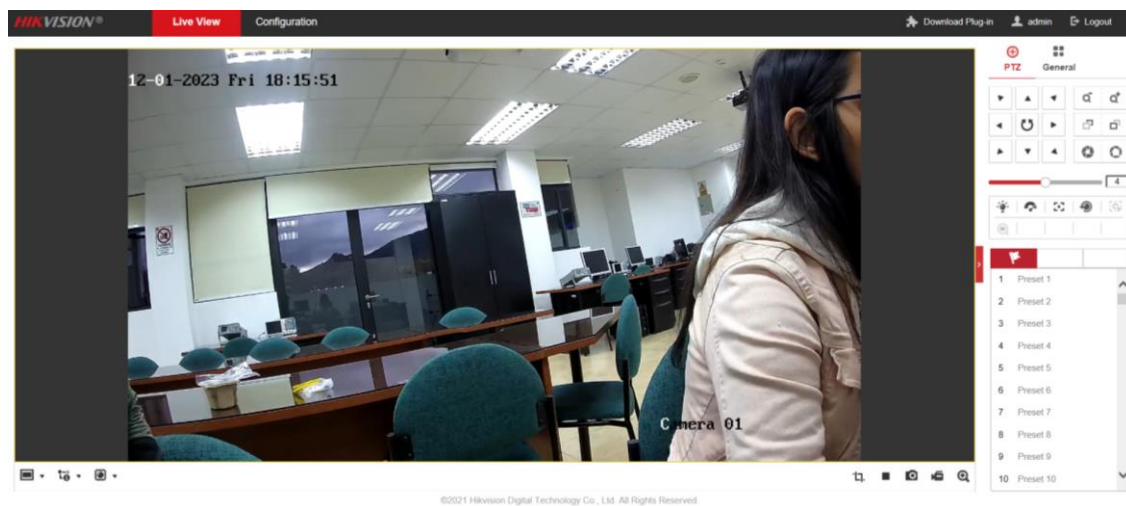


Figura 45 Enlace de fibra óptica con cámara IP

Con la resolución 1920x1800P y con una velocidad de 2048 Kbps, se pudo observar un ancho de banda menor a 7,7 Mbps (ver Fig. 46). Si se aumenta la resolución y la velocidad de bits, se requerirá un mayor ancho de banda. Con la resolución 2560x1440 con una velocidad de bits de 8192 Kbps, se puede observar un ancho de banda superior a 7,7 Mbps (ver Fig. 47).

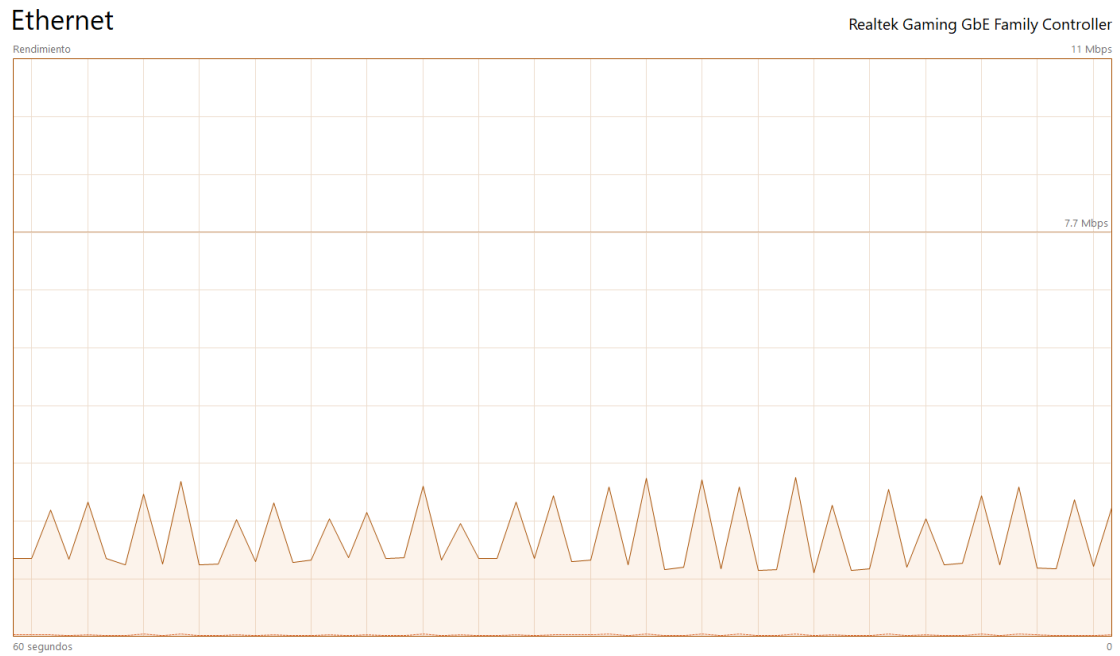


Figura 46 Resolución 1920\*1800P con una velocidad de bits de 2048 Kbps

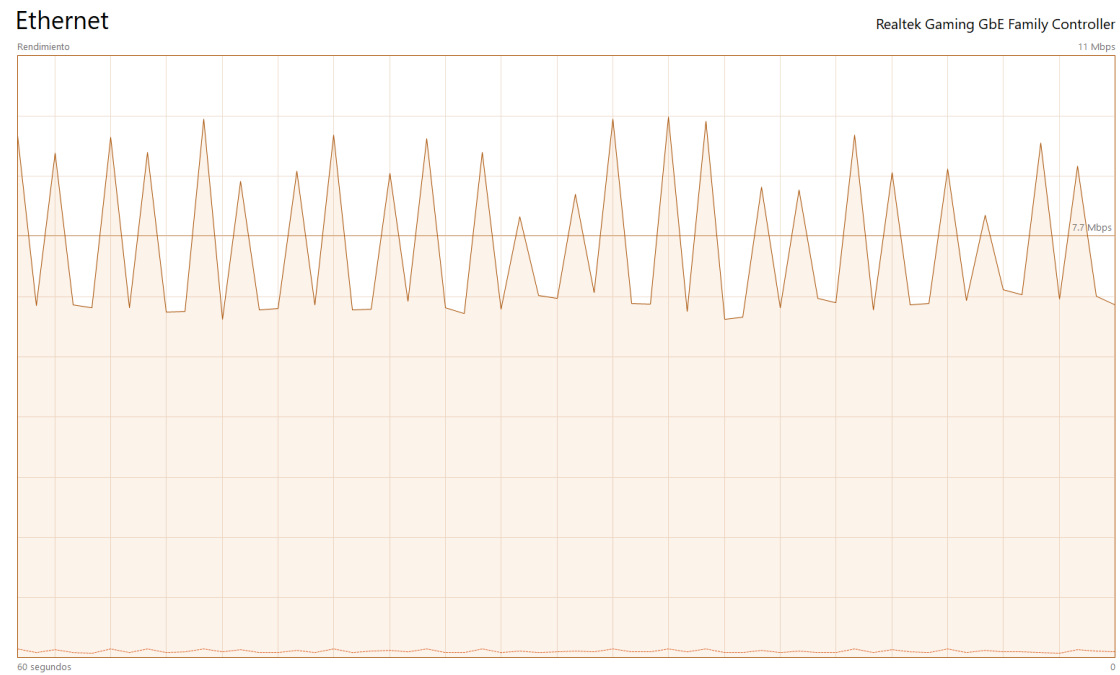


Figura 47 Resolución 2560\*1440 con una velocidad de bits de 8192 Kbps

## 7. DISCUSIÓN

En la presente práctica se plantearon dos escenarios distintos de enlaces de fibra óptica. En el primer escenario, se llevó a cabo una saturación controlada del canal mediante el uso del software JPerf. Se incrementó el ancho de banda al enviar múltiples conexiones y flujos paralelos. En el segundo escenario, se estableció un enlace con una cámara IP, destacando la eficiencia de la transmisión de imágenes a través de la fibra óptica.

En el primer escenario, se utilizó el protocolo de transporte TCP. Utilizando el software JPerf, se solicitaron números específicos de conexiones y flujos paralelos. El aumento de estos parámetros provocó la saturación del canal. Con 800 conexiones y 800 flujos paralelos, el canal alcanzó su punto de saturación, lo que provocó una transferencia de 0 KBytes y un ancho de banda de 0 Kbits/seg.

Al utilizar el protocolo de transporte UDP, se podía incrementar el ancho de banda. La primera medición que se realizó fue con 10 flujos paralelos, 10 conexiones y un ancho de banda de 1000 MBytes/seg, en donde se obtuvo una tasa de transferencia promedio de 96162 Kbits/seg, y se observó un jitter de 0.260 milisegundos. Con una pérdida mínima de paquetes 3 de 81767 paquetes perdidos, lo que representa un -0,0037% de pérdida.

La última medición que se realizó fue de 800 flujos paralelos, 800 conexiones y un ancho de banda de 1000 MBytes/seg, en donde se obtuvo una tasa de transferencia de 1843 Kbits/seg, y se observó un jitter de 15,090 milisegundos. Con una pérdida de paquetes 164 de 2120 paquetes perdidos, lo que representa un 7,7% de pérdida. La disminución en la tasa de transferencia, el aumento del jitter y la pérdida de paquetes creciente en la última medición son indicadores de que el canal se saturó.

En el segundo escenario se logró establecer una conexión exitosa con la cámara IP, asegurando una transmisión de imágenes eficiente. Al realizar pruebas con diferentes configuraciones de resolución y velocidad de bits, se obtuvieron los siguientes resultados significativos: Resolución 1920x1800P con velocidad de bits de 2048 Kbps, se evidenció un consumo de ancho de banda inferior a 7,7 Mbps; mientras que con una resolución de 2560x1440 con velocidad de bits de 8192



Kbps, se observó un consumo de ancho de banda superior a 7,7 Mbps; evidenciando que una resolución y velocidad de bits más altas, requieren mayor ancho de banda.

## **8. CONCLUSIONES**

- La práctica permitió establecer enlaces de fibra óptica utilizando tecnología WDM, y haciendo uso del software JPerf para saturar el canal de comunicación. Además, se logró establecer una conexión de fibra óptica con una cámara IP, permitiendo la transmisión y visualización eficiente de imágenes.
- La saturación del canal fue evidente al emplear 800 flujos paralelos y conexiones, lo que resultó en la disminución de la tasa de transferencia a 1843 Kbits/seg. Además, el jitter aumentó considerablemente a 15.090 milisegundos, y se registró una pérdida notable de paquetes del 7,7%.
- Se estableció un enlace de fibra óptica con una cámara IP, evidenciando que una mayor resolución y velocidad de bits, requieren un mayor ancho de banda. La resolución de 1920x1800P con una velocidad de bits de 2048 Kbps tiene un consumo de ancho de banda inferior a 7,7 Mbps, mientras que la resolución de 2560x1440 con velocidad de bits de 8192 Kbps tiene un consumo de ancho de banda superior a 7,7 Mbps.

## **9. RECOMENDACIONES**

- Antes de realizar la práctica, se recomienda descargar el software JPerf y explorar sus funcionalidades.
- Se recomienda asignar direcciones IP que estén dentro del mismo rango, y desactivar el firewall de ambas computadoras para establecer conectividad.
- Se recomienda buscar las especificaciones técnicas de los convertidores de medios para su correcto uso.
- Se recomienda conectar de manera adecuada el patch cord SC y el patch cord UTP, y verificar que los LEDs del convertidor de medios estén encendidos.

**Anexo 14. Guía de práctica de laboratorio N5**

**GUÍA DE PRÁCTICA # 5**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Armado de una roseta óptica para instalaciones en planta interna

**2. OBJETIVOS:**

- Identificar los elementos de planta interna en una instalación de fibra óptica.
- Comprender el funcionamiento de una roseta óptica.
- Preparar los materiales necesarios para el ensamblaje de una roseta óptica.
- Realizar el armado de una roseta de fibra óptica.
- Verificar el funcionamiento de la roseta óptica utilizando un Localizador Visual de Fallas (VFL).

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Roseta de fibra óptica</li><li>• Fibra óptica tipo drop</li><li>• Pigtail de fibra óptica SC/APC</li><li>• Patch cord de fibra optica SC/APC – SC/APC o SC/APC – SC/UPC</li><li>• Tubillo termocontraible</li><li>• Adaptador de fibra óptica SC/APC</li><li>• Amarras plásticas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alicates</li><li>• Peladora de fibra óptica (3 ranuras)</li><li>• Peladora de cable drop</li><li>• Cortadora de fibra óptica</li><li>• Fusionadora de fibra óptica</li><li>• Localizador visual de fallas</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Alcohol isopropílico</li><li>• Paños para limpieza de fibra óptica</li></ul>	
--	--

## 5. INSTRUCCIONES:

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido consumo de alimentos.
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## 6. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1. Cortar con el alicate la longitud de cable de fibra drop que será usado en el desarrollo de la práctica. Para evitar daños en las herramientas, se recomienda tener cuidado con el mensajero o alambre de acero que posee el cable.



Figura 82 Cortar con el alicate la longitud deseada

2. Utilizar la peladora tipo drop para retirar la cubierta externa del cable drop (Aproximadamente 20 cm). Para ello, se debe introducir el cable drop (sin el cable mensajero) por el agujero central que posee la peladora, y, siguiendo la guía dada por la regla de la herramienta, se determina la longitud de cubierta que se va a retirar. Finalmente, se aprieta y hala de forma rápida la peladora.

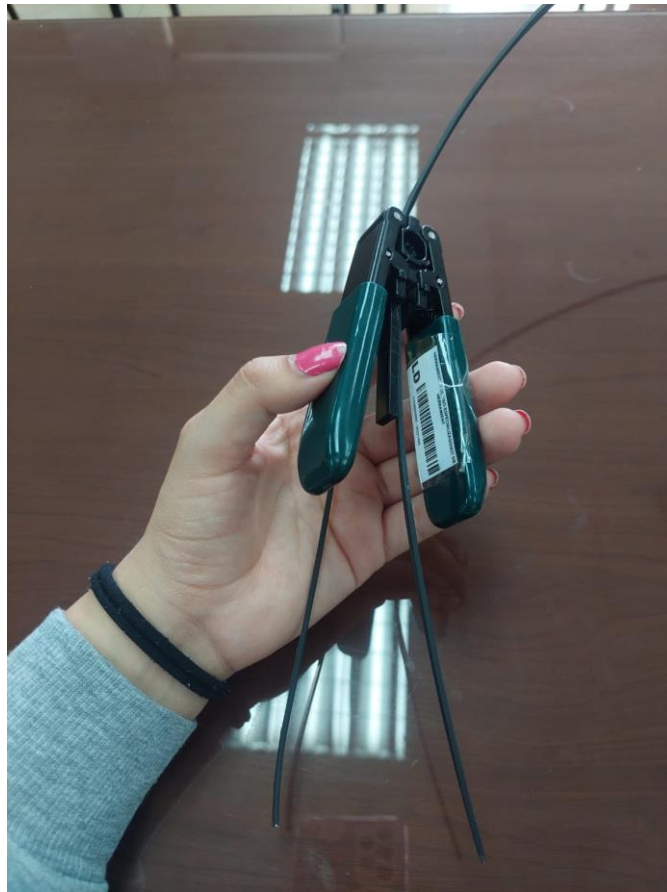


Figura 83 Retirar la cubierta externa del cable drop con la peladora tipo drop

3. Utilizar el alicate para cortar el cable mensajero hasta el punto en el que se ha retirado la cubierta externa del cable drop.

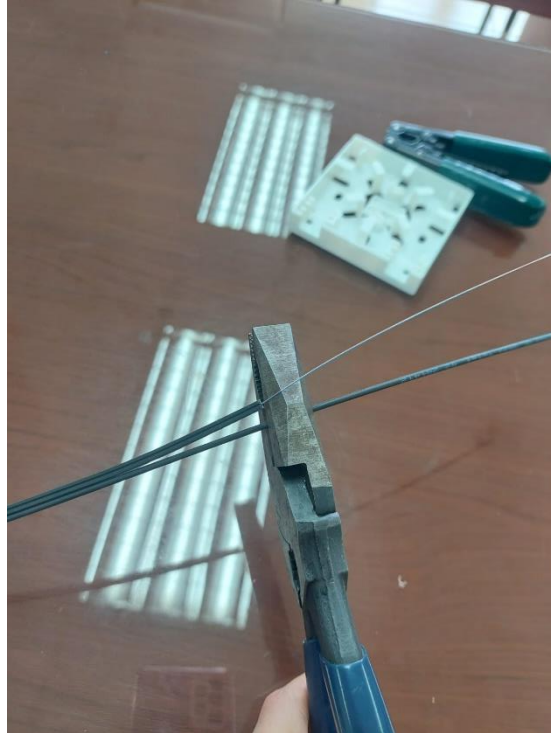


Figura 84 Corta el cable mensajero con el alicate

4. Abrir la roseta y colocar la fibra en el puerto de entrada de cable. Utilice amarras plásticas para asegurar la fibra dentro de la roseta.

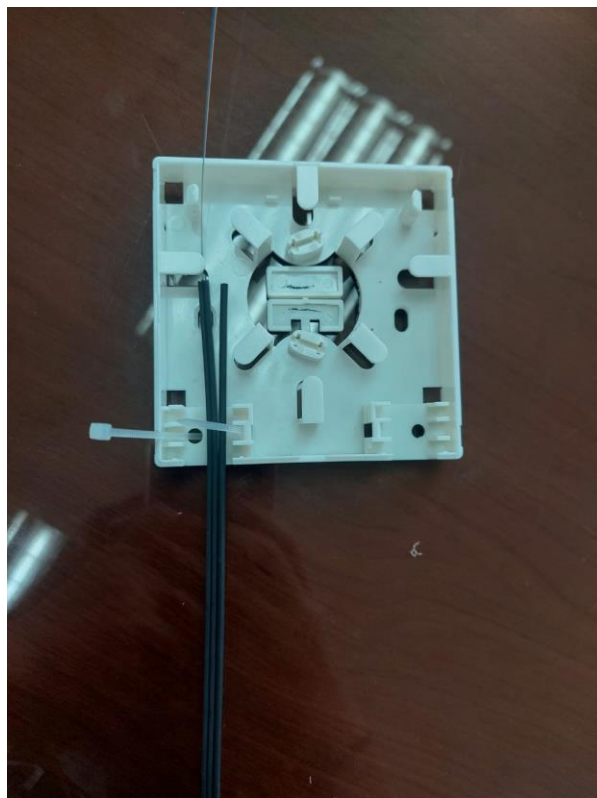


Figura 85 Introducir la fibra en la roseta

5. Dependiendo del número de hilos de fibra que posea el cable, se debe seleccionar solamente uno. El otro hilo queda como reserva y se enroscará cuidadosamente en los canales de la roseta.

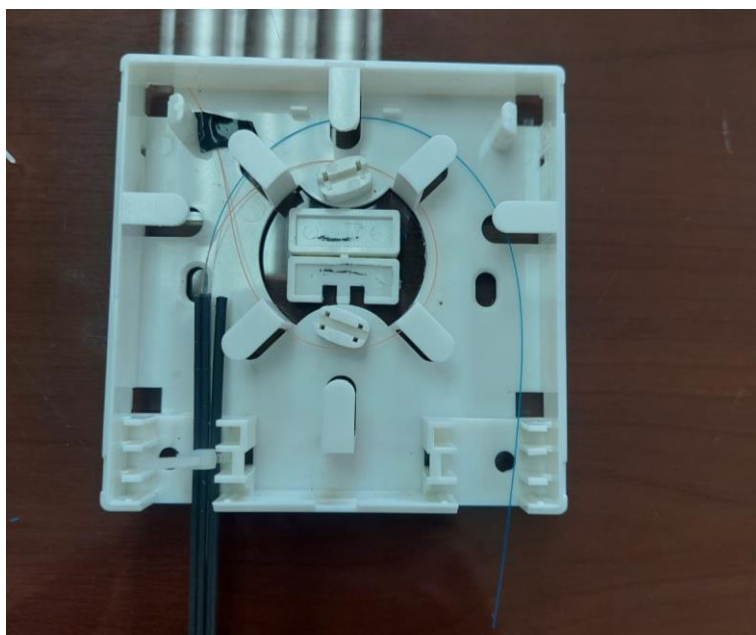


Figura 86 Cable drop de dos hilos: azul y anaranjado (reserva)

6. Realizar el proceso de fusión con el hilo de fibra seleccionado y un pigtail SC/APC. Con cuidado se deberá colocar la fusión en la roseta enroscando el pigtail.

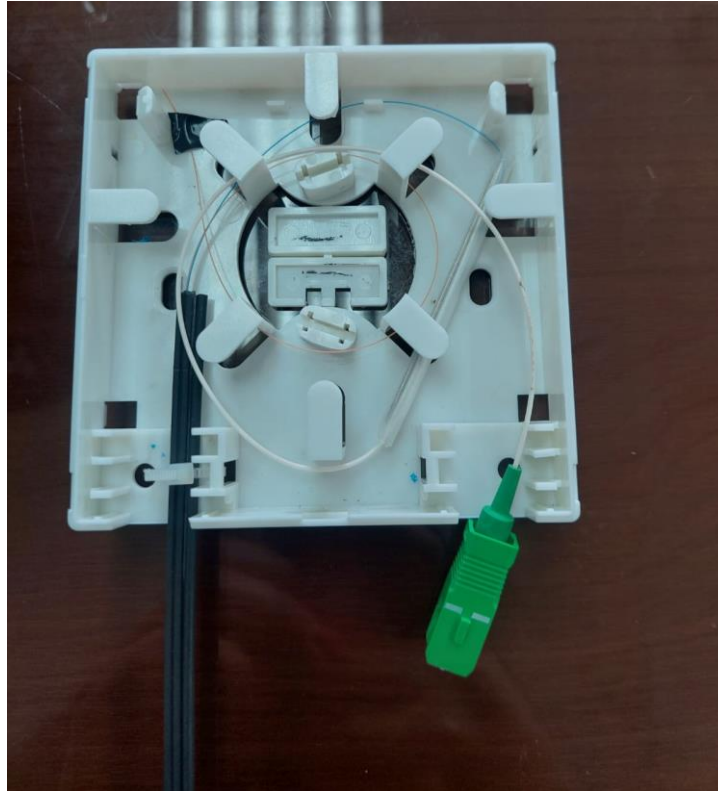


Figura 87 Fusión de fibra óptica

7. Colocar el acoplador SC/APC en el puerto correspondiente de la roseta e insertar el conector del pigtail en el acoplador, hasta escuchar el clic.

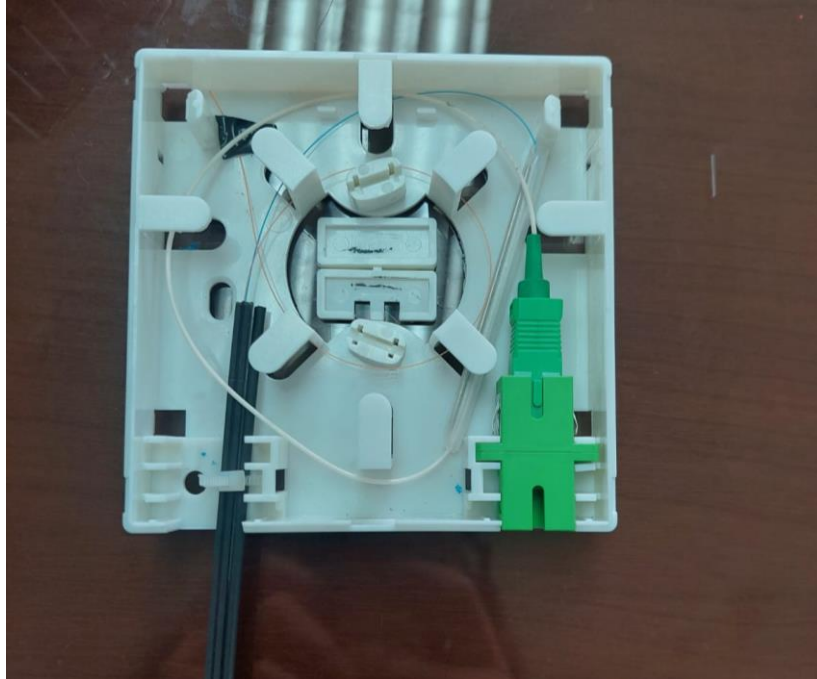


Figura 88 Insertar el pigtail en el acoplador

8. Verifique que la roseta óptica se armó correctamente utilizando el VFL. Se debe conectar un patch cord SC/APC – SC/APC o SC/APC – SC/UPC a la salida del acoplador.

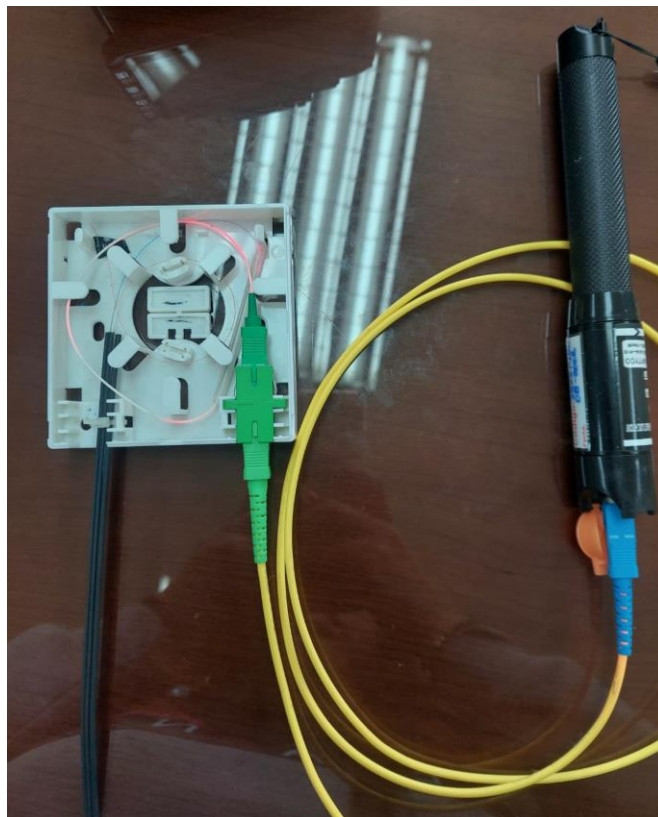


Figura 89 Pruebas de verificación con VFL



**7. MARCO TEÓRICO:** (a elaborar por el estudiante)

- Planta interna
- Roseta óptica
- Adaptador de fibra óptica
- Verificación del armado de una roseta óptica

**8. RESULTADOS OBTENIDOS:** (A elaborar por el estudiante)

**9. DISCUSIÓN:** (A elaborar por el estudiante)

**10. CONCLUSIONES:** (A elaborar por el estudiante)

**11. RECOMENDACIONES:** (A elaborar por el estudiante)

**12. PREGUNTAS DE CONTROL:** (Deben ser respondidas por el estudiante)

- 1) Indique al menos 3 elementos de planta interna.
- 2) Explique las especificaciones técnicas de la roseta óptica elegida para la práctica y su importancia.
- 3) ¿Cuáles son los componentes principales de una roseta óptica y qué funciones desempeñan?
- 4) ¿Para qué sirve un acoplador de fibra óptica? Indique al menos 3.

**BIBLIOGRAFÍA:**

**Anexo 15. Preparatorio de práctica de laboratorio N5**

**PREPARATORIO DE PRÁCTICA # 5**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Armado de una roseta óptica para instalaciones en planta interna

**2. OBJETIVOS:**

- Identificar los elementos de planta interna en una instalación de fibra óptica.
- Comprender el funcionamiento de una roseta óptica.
- Preparar los materiales necesarios para el ensamblaje de una roseta óptica.
- Realizar el armado de una roseta de fibra óptica.
- Verificar el funcionamiento de la roseta óptica utilizando un Localizador Visual de Fallas (VFL).

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Roseta de fibra óptica</li><li>• Fibra óptica tipo drop</li><li>• Pigtail de fibra óptica SC/APC</li><li>• Patch cord de fibra óptica SC/APC – SC/APC o SC/APC – SC/UPC</li><li>• Tubillo termocontraible</li><li>• Acoplador de fibra óptica SC/APC</li><li>• Amarras plásticas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alicates</li><li>• Peladora de fibra óptica (3 ranuras)</li><li>• Peladora de cable drop</li><li>• Cortadora de fibra óptica</li><li>• Fusionadora de fibra óptica</li><li>• Localizador visual de fallas</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcohol isopropílico</li> <li>• Paños para limpieza de fibra óptica</li> </ul>	
---	--

## 5. INSTRUCCIONES:

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido el consumo de alimentos.
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1. Elementos de planta interna

La transición de la planta externa a la planta interna tiene lugar en la acometida, lo que significa que todos los elementos activos y pasivos del edificio forman parte de la planta interna (Bernal, 2023).

#### 6.1.1. Estándares aplicados a planta interna:

Según (Rosales, 2022) los estándares aplicados a planta interna son:

- ANSI/TIA-568-D.0. Cableado Genérico de Telecomunicaciones para Locales de Clientes.
- ANSI/TIA-568-D.1. Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales.
- ANSI/TIA-568-D.3. Componentes de Cableado de Fibra Óptica.
- NOM-001
  - Artículo 100- Definiciones.
  - Artículo 250 - Puesta a Tierra.
  - Artículo 300-Métodos de Alambrado.

- Artículo 770 - Cables y Canalizaciones de Fibra Óptica.
- Artículo 800 - Circuitos de Comunicaciones.
- ANSI/TIA-569-E Espacios y canalizaciones de telecomunicaciones.

El cableado de planta interna (cableado en edificios y otras instalaciones) implica distancias más cortas, que raramente superan unos cientos de metros, normalmente con menos fibras por cable. Mayormente se utiliza fibra multimodo, excepto para usuarios informados que instalan cable híbrido con fibra multimodo y monomodo para futuras aplicaciones de gran ancho de banda (FOA Reference Guide to Fiber Optics, s. f.).

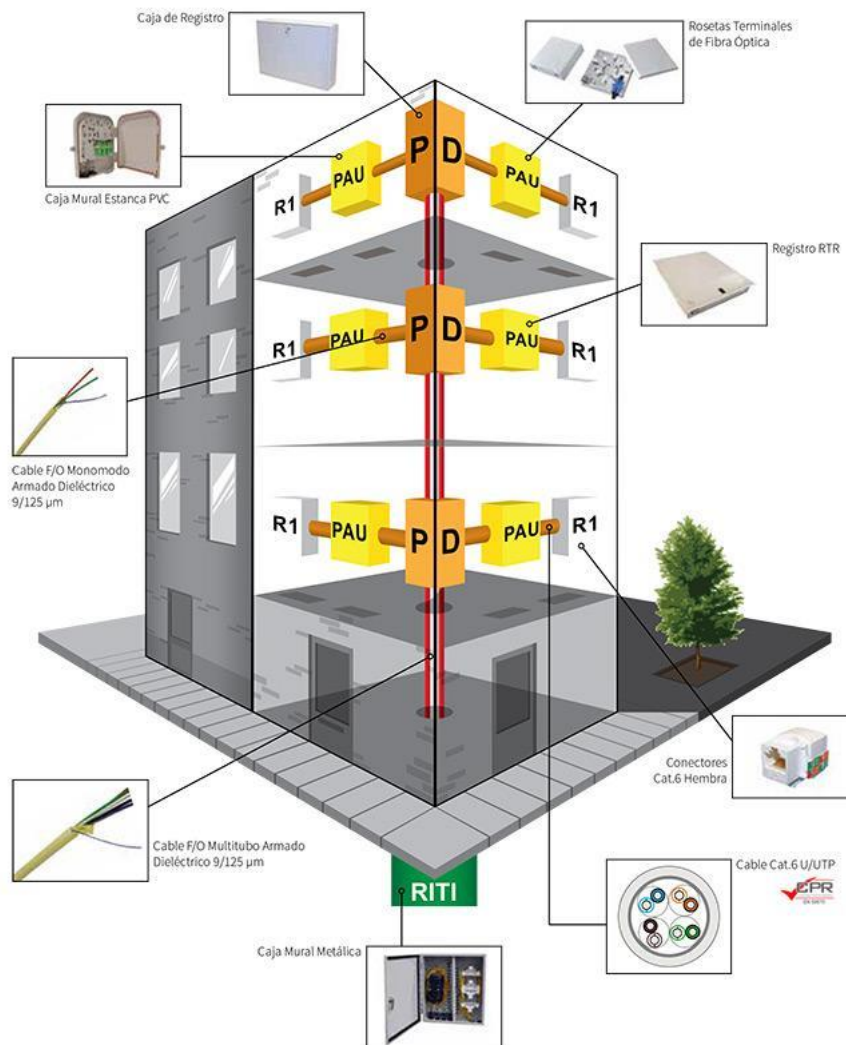


Figura 1 Planta interna fibra óptica

Los conectores más utilizados son los de tipo SC o ST, mientras que los de tipo LC son cada vez más populares. Las terminaciones se realizan instalando conectores directamente en los extremos de la fibra, principalmente mediante el uso de técnicas de empalme adhesivo o conectores prepulidos. Las pruebas se realizan con una fuente y un medidor, pero todo instalador debe disponer de un indicador visual para comprobar la continuidad y la conexión de la fibra (FOA Reference Guide to Fiber Optics, s. f.).

### **6.1.2. Elementos de planta interna**

La planta interna consta de elementos activos (los que envían señales) y elementos pasivos (los que sirven de medio de transmisión o permiten la interconexión de los elementos activos). A continuación, se indican los elementos más comunes dentro de la planta interna (Bernal, 2023):

- Switches
- Servidores
- Atenuadores
- Routers
- Convertidores de medios
- Access point
- Cables de distribución
- Jumpers
- Pigtails
- Conectores
- Acopladores
- Splitters o divisores ópticos
- Canaletas Amarillas de Fibra Óptica u otros elementos de canalización
- Distribuidores

### **6.2. Roseta óptica**

Una roseta de fibra óptica es un dispositivo de conexión utilizado en los sistemas de comunicación óptica para enlazar el cable de fibra óptica procedente de la red externa con el cableado interno de una vivienda o edificio. Sirve como punto de interconexión entre la infraestructura de fibra óptica y el equipo del usuario, como un router o un terminal de red óptica (ONT) (Biedma, 2023).

Existen diferentes tipos de roseta de fibra óptica en función de las necesidades del usuario (Biedma, 2023):

- **Roseta de pared:** Esta roseta óptica en concreto se monta directamente en la pared, lo que proporciona una conexión más ordenada y visualmente más agradable.
- **Roseta de superficie:** La roseta de fibra óptica de superficie se coloca sobre una base plana y se fija mediante adhesivos o tornillos. Es perfectamente adecuada para instalaciones temporales.
- **Roseta caja de registro:** Esta roseta de fibra se coloca dentro de una caja de registro, lo que facilita el acceso y el mantenimiento.

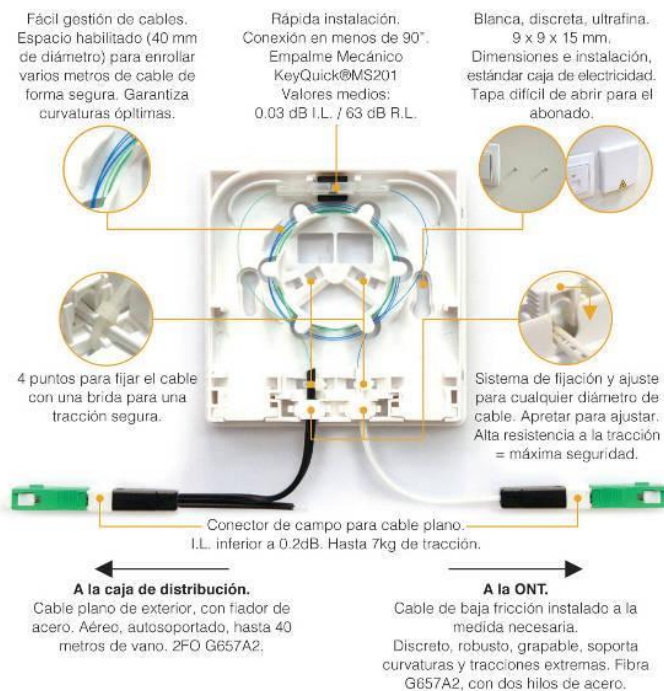


Figura 2 Partes de la roseta óptica

### 6.3. Adaptador de fibra óptica

Para unir cables de fibra óptica se utiliza un dispositivo conocido como adaptador de fibra óptica. Aunque los adaptadores de fibra óptica pueden tener diversas formas, todos están diseñados con el mismo propósito: conectar y alinear los conectores de dos cables de fibra óptica. Utilizando un adaptador de fibra óptica, los cables de conexión pueden unirse individualmente o en una red generalizada, permitiendo que varios dispositivos se comuniquen simultáneamente (Irving, 2020).

### 6.3.1. Funcionamiento

Los requisitos para una conexión de fibra óptica y una conexión de cobre son significativamente diferentes. Aunque dos conductores de cobre se pueden conectar directamente soldando o usando conectores engarzados o soldados, la clave para una conexión de fibra óptica es la alineación precisa de cada núcleo de fibra. Esta alineación se logra mediante dos componentes de precisión: férula o casquillo dentro de cada conector y un casquillo de alineación dentro de cada adaptador. Por otro lado, dentro de cada adaptador de fibra óptica existe un manguito de alineación (Irving, 2020).

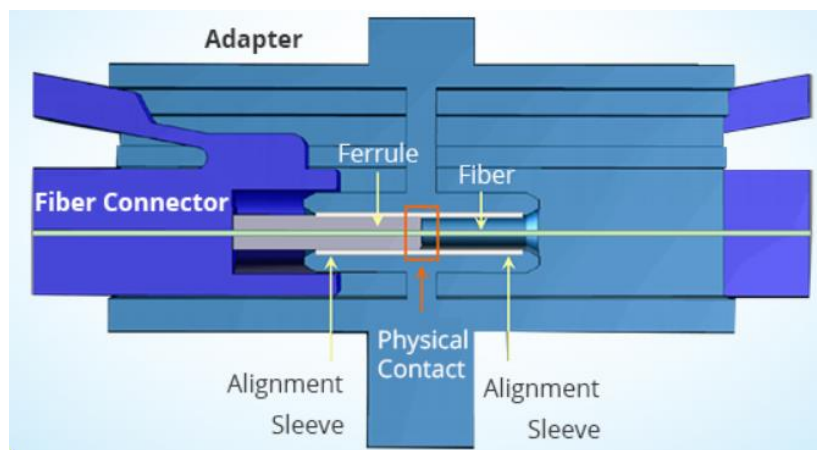


Figura 3 Funcionamiento del adaptador de fibra óptica

### 6.3.2. Tipos de adaptadores

Existen varios tipos de adaptadores de fibra óptica, dependiendo de la composición de los dos cables a conectar, y de la diversidad de conectores de fibra óptica. Según el tipo de conector de fibra óptica que utilice el adaptador, existen varios adaptadores, como: LC, FC, SC, ST, E2000, MTP/MPO, entre otros (Irving, 2020).



Figura 4 Tipos de adaptadores de fibra óptica

### **Adaptador LC**

Los adaptadores LC se pueden usar para la conexión de cables o conectores LC. Existen diferentes tipos entre los que se incluyen: LC a LC, LC a FC, LC a SC, LC a ST, y LC a MU, etc. Estos adaptadores se pueden encontrar en simplex, duplex, quad, monomodo, multimodo, UPC, APC, PC con envoltorio de plástico, manga de circonio, y manga de bronce opcional (Irving, 2020).

### **Adaptador FC**

Los adaptadores FC se pueden utilizar para la conexión de cables de conexión FC o enchufes FC. Entre los adaptadores FC se incluyen los de tipo cuadrado, tipo D simple, tipo D doble, y en versiones monomodales y multimodales. Estos adaptadores tienen una cubierta metálica y mangas de cerámica (Irving, 2020).

### **Adaptador SC**

Los adaptadores SC se pueden utilizar en las conexiones de los cables o conectores SC. Existen varios tipos, entre los que se incluyen los monomodales y multimodales, los de manga de circonio y bronce, y las versiones simple y dúplex. Asimismo, se encuentran disponibles los adaptadores SC estándar hembra a hembra y los adaptadores SC híbridos (Irving, 2020).

### **Adaptador ST**



Los adaptadores ST pueden utilizarse para las conexiones de cables o conectores ST. Existen adaptadores ST simplex, dúplex, monomodo, multimodo, de metal y de plástico. La mayoría de los adaptadores ST son simplex y con manguitos de circonio (Irving, 2020).

#### 6.4. Verificación del armado de una roseta óptica

##### Medición de potencia

Un medidor de potencia óptica (OPM) es un tipo de dispositivo de prueba electrónico que se utiliza para medir la potencia de salida de los equipos de fibra óptica y la potencia o pérdida de la señal óptica transmitida a lo largo del cable de fibra óptica. Utiliza fotodiodos para generar una corriente eléctrica proporcional a la potencia óptica, esto permite al OPM determinar el nivel de potencia de salida promedio de la fuente de luz (*¿Qué es un medidor de potencia óptica?*, 2023).



Figura 5 Medidor de potencia

7. **RESULTADOS OBTENIDOS** (A elaborar por el estudiante)
8. **DISCUSIÓN** (A elaborar por el estudiante)
9. **CONCLUSIONES** (A elaborar por el estudiante)
10. **RECOMENDACIONES** (A elaborar por el estudiante)
11. **PREGUNTAS DE CONTROL**

**1) Indique al menos 3 elementos de planta interna.**

- **Jumpers**

Los jumpers son cables relativamente cortos (de 1 a 30 metros) con conectores en ambos extremos. Se utilizan habitualmente en planta interna y en algunos casos suelen estar disponibles en versiones dúplex o símplex, pero también pueden estar en versiones multifibra. Por lo general, se instalan directamente entre dos dispositivos activos, conectando el dispositivo activo a una caja pasiva o conectando dos cajas pasivas para formar un sistema de cableado manejable (Market, 2022a).

- **Splitters o divisores ópticos**

Es un dispositivo que toma una única señal y la divide en múltiples señales; Esto se usa comúnmente en redes de distribución de video o redes FTTH. Pueden tener N salidas, lo que, si bien tiene menos potencia que la señal original, permite llegar a más usuarios (Market, 2022b). Pueden ser utilizados en sistemas de fibra óptica internos para distribuir la señal a diferentes áreas, habitaciones o pisos dentro de un edificio. Esto es especialmente común en entornos como oficinas, centros de datos, campus universitarios u hospitales.

- **Distribuidor de fibra óptica**

Un distribuidor de fibra óptica (ODF) es un distribuidor que se utiliza para proporcionar conexiones de cables entre medios de comunicación que pueden combinar empalmes de fibra, terminaciones de fibra, adaptadores y conectores de fibra y conexiones de cable en una sola unidad. También puede funcionar como un dispositivo de protección para proteger las conexiones de fibra óptica de daños (Sheldon, s. f.).

Estos distribuidores se utilizan para gestionar y distribuir las conexiones de fibra óptica dentro de edificios, centros de datos u otras instalaciones cerradas.

**2) Explique las especificaciones técnicas de la roseta óptica elegida para la práctica y su importancia.**

Tabla 1 Especificaciones técnicas de roseta óptica

Características	Descripción
Ámbito de aplicación	Cable drop de 3.0 x 2.0 mm o cable interior
Diámetro del revestimiento de fibra	125 µm (G652 y G657)
Diámetro de fibra	125 µm y 900 µm

Tipo de fibra	SM y MM
Resistencia a la tracción	> 50N
Temperatura de funcionamiento	-40 °C a +85 °C
Adaptador de conexión	SC y LC
Pérdida de inserción	< 0.2 dB
Pérdida de retorno	> 50 dB (UPC), > 60dB (APC)
Capacidad de empalme	2 fusiones
Uso	Interior

Es un dispositivo de conexión utilizado en sistemas de comunicación óptica para conectar el cable de fibra óptica proveniente de la red externa al cableado interno de la casa o edificio. Básicamente, actúa como punto de conexión entre la infraestructura de fibra óptica y el equipo del usuario (Biedma, 2023).

### 3) ¿Cuáles son los componentes principales de una roseta óptica y qué funciones desempeñan?

La roseta óptica integra los siguientes elementos (Bael, 2022):

#### Base

La base de la roseta óptica es el componente de ésta que se fija directamente a la pared. Dispone de los siguientes elementos:

- Cuatro orificios internos para la fijación frontal de la caja mediante tornillos con tacos.
- Hasta cuatro entradas precortadas para cables de acometidas: Dos en la parte inferior izquierda, otra en la parte superior de la roseta y una última en el fondo de la base para entrada de cable perpendicular a la superficie de instalación.
- Una o dos salidas para acopladores ópticos.
- Un canal interno para trazado, guía y protección de las fibras hacia la bandeja de empalme, garantizando el trazado y radio de curvatura adecuados.

#### Bandeja

La bandeja de empalme es el elemento donde se alojan las fusiones o empalmes mecánicos, son fácilmente desmontables y disponen de una zona de almacenamiento de fibras, un canal guía para garantizar la mínima curvatura de la fibra y una capacidad máxima de cuatro empalmes, así mismo dispone de posibilidad de giro a 90°.

### **Adaptador**

La roseta óptica dispone de dos acopladores SC/APC para su instalación en la base.

### **Pigtail**

Igualmente dispone de un pigtail monomodo SC/APC para la terminación de la acometida.

### **Tapa**

Por último, dispone de una tapa exterior para el cerrado y protección de los elementos interiores, que se sujeta al cuerpo de la base mediante un tornillo, contando así mismo con un tapón embellecedor para ocultarlo, en otros casos la tapa se acopla a la base únicamente ejerciendo presión.

#### **4) ¿Para qué sirve un adaptador de fibra óptica? Indique al menos 3.**

Los adaptadores de fibra óptica (FO) se utilizan para realizar la conexión entre la fibra vertical y la fibra horizontal. En concreto, sirven para poder unir o alinear los conectores de dos cables de conexión de fibra óptica en instalaciones de telecomunicaciones en redes de fibra óptica. A continuación, se mencionan algunos tipos de adaptadores (Adaptadores de fibra óptica, s. f.).

- **Adaptador de fibra SC**

Se trata del adaptador de fibra óptica más utilizado, el cual se engancha con un simple movimiento de empujar y tirar (push-pull). Se usa en aplicaciones de comunicación de datos y telecomunicaciones, redes ópticas de punto a punto y pasivas.

- **Adaptador de fibra LC**

Presenta un diseño de ajuste mecánico, similar al RJ45, con un muelle en forma de resorte que asegura la conexión. Tiene un tamaño reducido, lo cual lo vuelve ideal para aplicaciones de fibra

óptica en espacios reducidos. Se utiliza tanto para fibras monomodo como multimodo. Alta capacidad de transmisión, se distribuye en formato simplex y dúplex.

- **Adaptador de fibra ST**

Los adaptadores de fibra ST se fabrican con una montura en bayoneta y es utilizado en fibra óptica multimodo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

¿Qué es un localizador visual de fallas? (s. f.). Incom Blog.

<https://blog.incom.mx/entrada/%C2%BFQu%C3%A9-es-un-localizador-visual-de-fallas/184>

¿Qué es un medidor de potencia óptica? (2023, 24 agosto). VIAVI Solutions Inc.

<https://www.viavisolutions.com/es-es/what-optical-power-meter>

*Adaptadores de fibra óptica.* (s. f.). Rackonline. <https://www.rackonline.es/adaptadores-fibra-optica->

[#:~:text=Los%20adaptadores%20de%20fibra%20%C3%B3ptica,en%20redes%20de%20fibra%20%C3%B3ptica.](#)

Bael. (2022, 3 mayo). *Montaje del Punto Terminal Óptico PTO (Roseta Óptica)*. Bael Ingeniería |

Ingeniería Formación FTTH IP y Fibra Óptica. <https://www.baelingenieria.com/montaje-del-punto-terminal-optico-pto-roseta-optica/>

Bernal, D. (2023, 19 junio). *PLANTA INTERNA*. [https://es.linkedin.com/pulse/planta-interna-](https://es.linkedin.com/pulse/planta-interna-daniel-bernal-sosa-xconex-y-conexion-ftth-filum-)

[daniel-bernal-sosa-xconex-y-conexion-ftth-filum-](#)

Biedma, P. S. (2023, 26 julio). *Roseta Fibra óptica - KeyFibre*. KeyFibre - Tecnología y soluciones

FTTX - Fibra óptica. <https://www.keyfibre.com/roseta-fibra-optica/>

*FOA Reference Guide to Fiber Optics.* (s. f.). <https://www.thefoa.org/ESP/Introduccion.htm>

- Irving. (2020). *Guía práctica sobre adaptadores/acopladores de fibra óptica* | Comunidad FS. Knowledge. <https://community.fs.com/es/article/fiber-optic-adaptercoupler-tutorial.html>
- Market, F. (2022a, noviembre 24). *Jumper y pigtail*. FibraMarket la fibra optica de Mexico. <https://www.fibramarket.com/jumper-de-fibra-optica/>
- Market, F. (2022b, diciembre 23). *Splitter*. FibraMarket la fibra optica de Mexico. <https://www.fibramarket.com/splitters/#:~:text=Un%20splitter%2C%20tambi%C3%A9n%20conocido%20como,que%20llegue%20a%20m%C3%A1s%20usuarios.>
- Rosales, E. (2022). *Planta Interna*. <https://slideplayer.es/slide/18153269/>
- Sheldon. (s. f.). Conocimientos básicos del Distribuidor de Fibra Óptica (ODF) | Comunidad FS. Knowledge. <https://community.fs.com/es/article/basic-of-optical-distribution-frame-odf.html>

**Anexo 16. Informe de práctica de laboratorio N5**

**INFORME DE PRÁCTICA # 5**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Armado de una roseta óptica para instalaciones en planta interna

**2. OBJETIVOS:**

- Identificar los elementos de planta interna en una instalación de fibra óptica.
- Comprender el funcionamiento de una roseta óptica.
- Preparar los materiales necesarios para el ensamblaje de una roseta óptica.
- Realizar el armado de una roseta de fibra óptica.
- Verificar el funcionamiento de la roseta óptica utilizando un Localizador Visual de Fallas (VFL).

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Roseta de fibra óptica</li><li>• Fibra óptica tipo drop</li><li>• Pigtail de fibra óptica SC/APC</li><li>• Patch cord de fibra óptica SC/APC – SC/APC o SC/APC – SC/UPC</li><li>• Tubillo termocontraible</li><li>• Adaptador de fibra óptica SC/APC</li><li>• Amarras plásticas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alicates</li><li>• Peladora de fibra óptica (3 ranuras)</li><li>• Peladora de cable drop</li><li>• Cortadora de fibra óptica</li><li>• Fusionadora de fibra óptica</li><li>• Localizador visual de fallas</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Alcohol isopropílico</li><li>• Paños para limpieza de fibra óptica</li></ul>	
--	--

## 5. INSTRUCCIONES:

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido el consumo de alimentos.
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.
- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS

La organización de los cables en la roseta se realizó de manera ordenada, evitando enredos y asegurándolos con amarras plásticas. En el proceso de fusión de la fibra óptica, se logró una fusión completa sin pérdidas (0.00 dB).



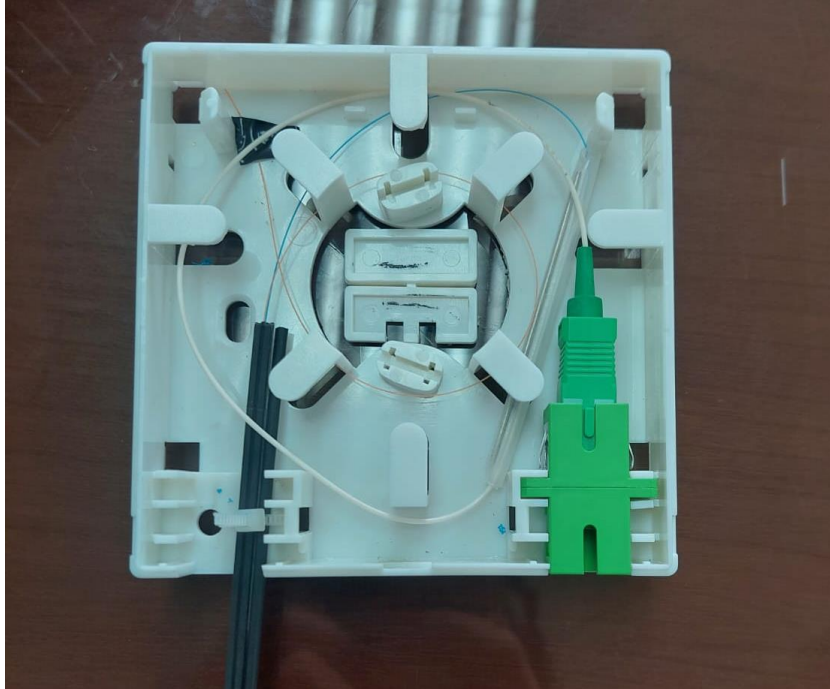


Figura 1 Organización de los cables en la roseta óptica



Figura 2 Pérdidas por fusión 0.00 dB

Se verificó que la roseta logró establecer una conexión exitosa entre los cables de fibra óptica, permitiendo la transmisión de señales de luz. Se utilizó el VFL para verificar que no existe pérdida de luz, llegando hasta el extremo de la fibra drop.

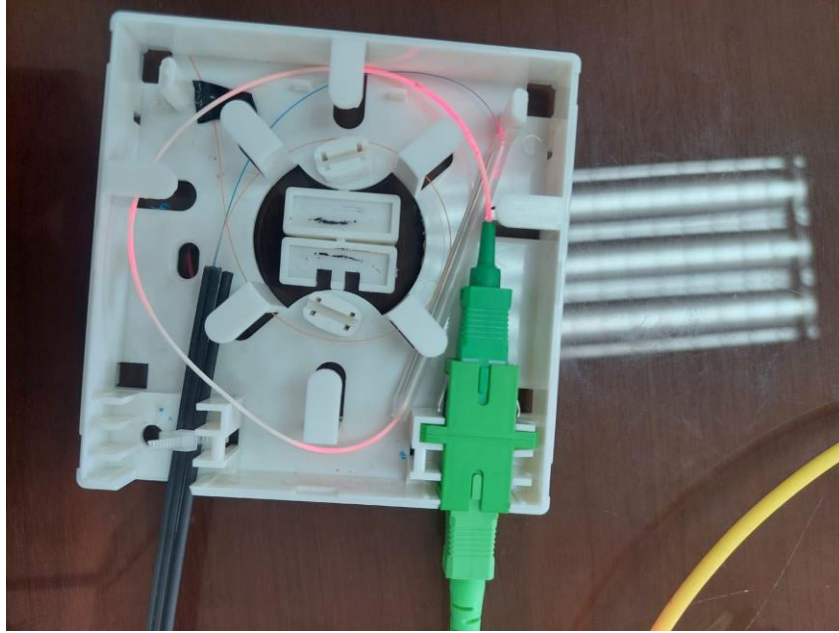


Figura 3 Pruebas de verificación utilizando VFL

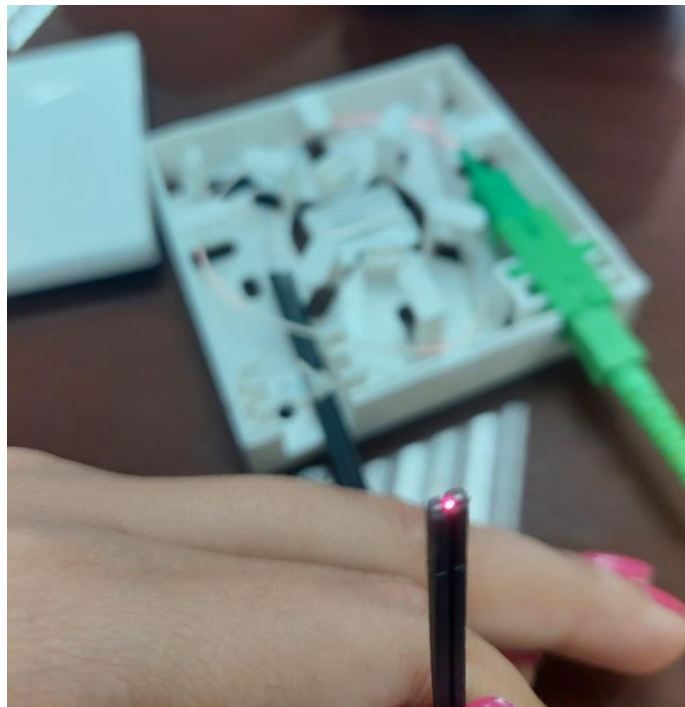


Figura 4 Verificación del armado de roseta óptica

La roseta se cerró adecuadamente para proteger los componentes internos de factores que los puedan dañar, como por ejemplo polvo, agua, etc.



Figura 5 Armado de una roseta

## 7. DISCUSIÓN

En la presente práctica se identificaron los elementos de planta interna en una instalación de fibra óptica, entre los cuales se incluyen: cables de fibra óptica, conectores, pigtaills, patch cords, adaptadores y rosetas ópticas. Cada uno de estos elementos desempeñó un papel fundamental para el armado de una roseta óptica.

Se llevaron a cabo una serie de pasos para el armado de una roseta óptica, que requerían el uso adecuado de las herramientas para garantizar una instalación eficiente y confiable. Se utilizó el VFL para realizar pruebas de verificación del correcto funcionamiento de la roseta óptica. Sin embargo, durante la fase de pruebas se observó que la transmisión de luz no era eficiente, al contrario, era nula o casi imperceptible. Por lo que se realizó una inspección minuciosa hasta encontrar el problema.

Se realizó el proceso de fusión por segunda vez, se revisó el pigtail y patch cord. Sin embargo, al momento de insertar el conector del pigtail en el adaptador, no se escuchaba el clic, eso ocasionó pérdida en la señal, lo que resultó en una disminución en la intensidad de la luz transmitida. Se

reemplazó el acoplador defectuoso, lo que permitió verificar y confirmar que la transmisión de la luz llegaba con éxito hasta el otro extremo.

## **8. CONCLUSIONES**

- La práctica permitió desarrollar habilidades técnicas en el proceso de armado de una roseta óptica, que implica la preparación y terminación de cables de fibra. Así como la organización de los cables para garantizar una correcta instalación. Además, se pudo identificar los elementos de planta interna para una instalación de fibra óptica.
- Se logró una fusión sin pérdidas (0.00 dB) en el proceso de fusión de fibra óptica. Esto permitió que la luz se transmitiera de un extremo al otro correctamente, asegurando una conexión óptima.
- Se utilizó un localizador visual de fallas para llevar a cabo pruebas de verificación del correcto armado de la roseta óptica, mediante la luz que se propaga a través de la fibra óptica. Durante estas pruebas, se verificó que la luz llega al extremo de la fibra drop.

## **9. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar una verificación de la condición óptima de la fibra mediante la transmisión de luz con el VFL.
- Se recomienda verificar que todos los elementos estén en buen estado para realizar el armado de una roseta óptica.
- Se recomienda verificar las especificaciones del fabricante de la roseta óptica para lograr un armado exitoso.
- Se recomienda mantener una organización cuidadosa de los cables, evitando enredos para garantizar una correcta instalación.

**Anexo 17. Guía de práctica de laboratorio N6**

**GUÍA DE PRÁCTICA # 6**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Introducción al uso del Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR)

**2. OBJETIVOS:**

- Investigar las características técnicas y de operación del OTDR APL-2.
- Realizar mediciones según los escenarios planteados en la guía.
- Identificar los diferentes tipos de eventos encontrados en las mediciones.
- Analizar las trazas obtenidas del OTDR.
- Contrastar las mediciones obtenidas con los esquemas inicialmente planteados.

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bobina de lanzamiento 1 km</li><li>• Patch cord SC/APC – SC/UPC</li><li>• Adaptador SC/APC</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tarjeta de memoria o flash memory</li><li>• OTDR APL-2</li><li>• ODF rackeable</li><li>• Software Fiber Viewer</li></ul>

**5. INSTRUCCIONES:**

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido el consumo de alimentos.
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.

- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## 6. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

1. Descargar e instalar el Software Fiber Viewer del siguiente repositorio:

[https://drive.google.com/file/d/1f3TL1i1ZxU3nLFP\\_S2fYP\\_7lDz\\_HKr7S/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1f3TL1i1ZxU3nLFP_S2fYP_7lDz_HKr7S/view?usp=sharing)

### Primer escenario:

2. Identificar los puertos del OTDR. En este caso, se usará el puerto OTDR 1310/1550 nm, en donde se conectará la bobina de lanzamiento.



Figura 1 Puertos del OTDR



Figura 2 Bobina de lanzamiento

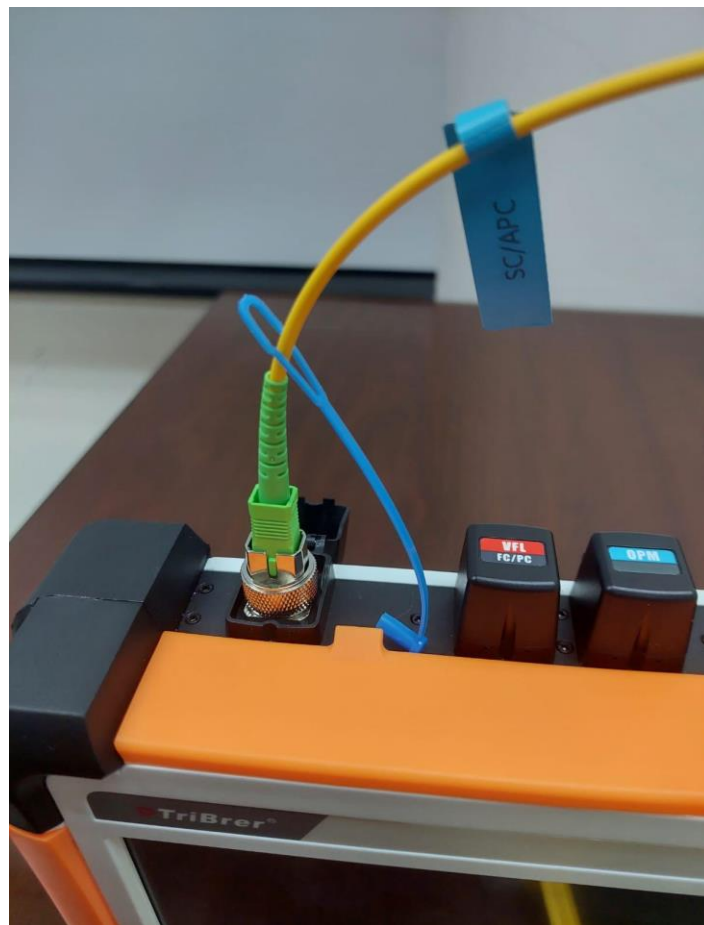


Figura 3 Conectar la bobina de lanzamiento al OTDR

3. Encender el equipo OTDR, dar clic en la opción OTDR.



Figura 4 OTDR encendido

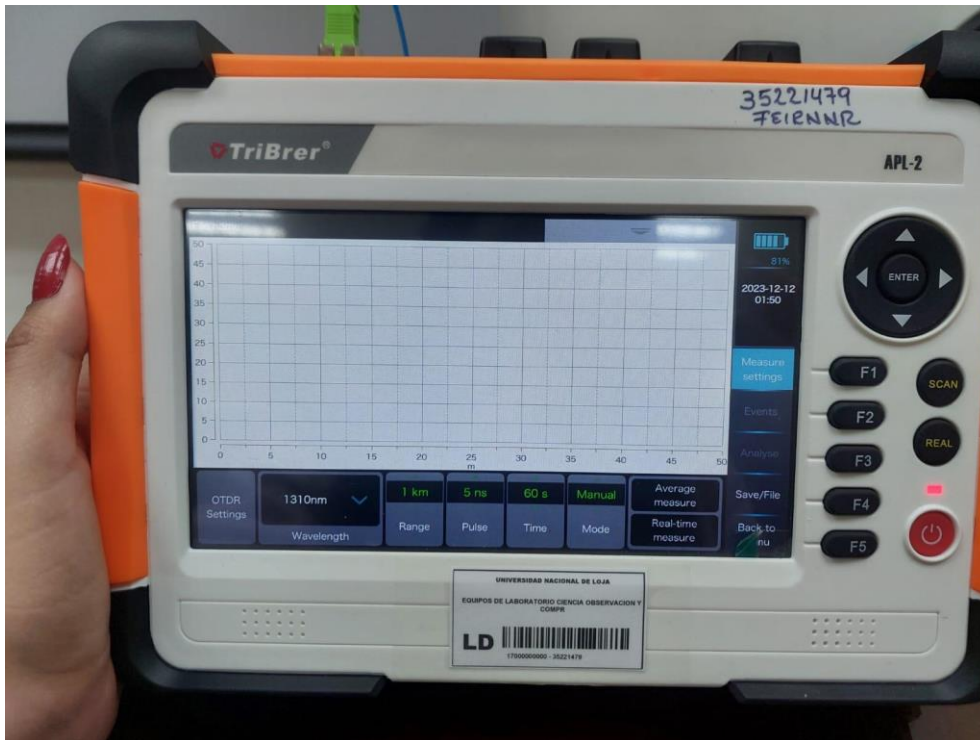


Figura 5 Opción OTDR

4. Establecer los parámetros para medir la fibra óptica, como se muestra en la Tabla 1.



Tabla 1 Parámetros para medir la fibra óptica

Longitud de onda (nm)	Rango (km)	Pulso (ns)	Tiempo (s)
1310	2.5	5	30

Número de eventos: 2

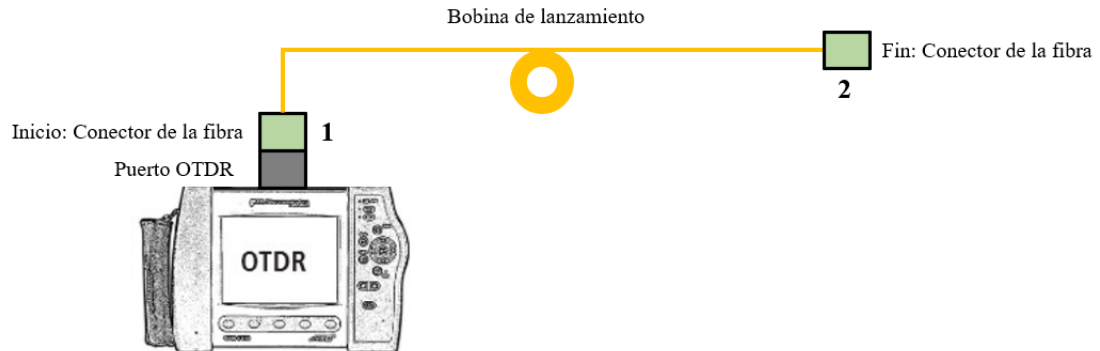


Figura 6 Esquema de conexión

- Pulsar el botón *Scan*, para escanear la fibra óptica en el tiempo establecido. Se selecciona la opción *Eventos* para visualizar los tipos de eventos encontrados a lo largo del recorrido de la fibra, tal como se muestra en la Tabla 2.

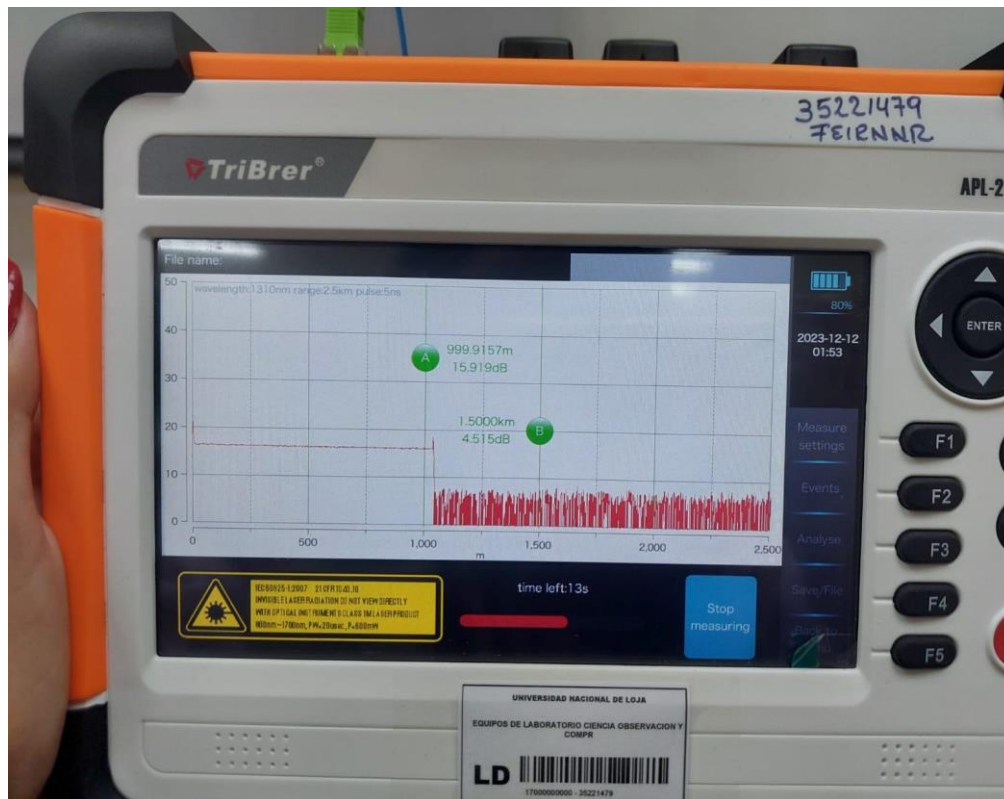







Figura 7 Escanear la fibra óptica



Figura 8 Tipos de eventos

Tabla 2 Tipos de eventos

Tipo	Evento	Descripción
	Inicio	Este símbolo indica el inicio de tramo de una traza que señala el comienzo del segmento de fibra. El inicio del segmento se sitúa automáticamente en la primera aparición de una fibra comprobada (normalmente el conector inicial del propio OTDR).
	Sección de la fibra	Este símbolo indica una sección de fibra sin ningún evento, donde la suma total de todas las secciones de fibra dentro de una traza de fibra completa es igual a la longitud total de la fibra.
	Reflexión	Este símbolo aparece como picos en la traza de la fibra óptica causados por una discontinuidad abrupta en el índice de refracción. Los eventos reflexivos pueden indicar la presencia de conectores, empalmes mecánicos o incluso empalmes con baja calidad de fusión o grietas.

	<p>Ganancia</p>	<p>Este símbolo indica la unión con un aumento aparente de la ganancia, resultante de la fusión de dos secciones de fibra con diferentes características de retrodispersión de la fibra (coeficientes de retrodispersión y captura).</p>
	<p>Fin</p>	<p>Este símbolo indica el final de tramo de una traza que marca el final del tramo de fibra. De forma predeterminada, el final de tramo se coloca en el último evento de una fibra probada, y se demuestra como un acontecimiento reflexivo muy grande con la cola que cae de la parte inferior del rastro.</p>

- Elegir la opción *Save/File* para guardar la traza como archivo. SOR. Escribir el nombre y dar clic en la flecha inferior (ver Fig. 8), luego dar clic en *Save* y queda el archivo guardado (ver Fig. 9).

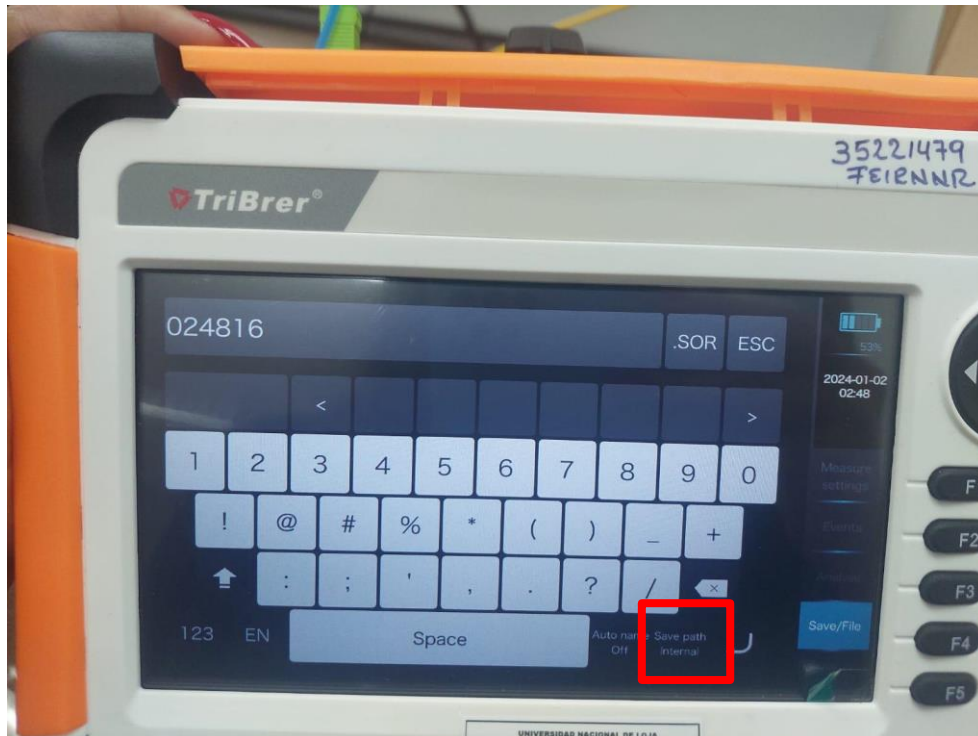


Figura 9 Guardar con el nombre requerido



Figura 10 Seleccionar la opción Save

## Segundo escenario

7. Conectar la bobina de lanzamiento al ODF rackeable. La entrada del ODF rackeable es SC/UPC, por lo que se deberá utilizar un patch cord SC/APC – SC/UPC con un adaptador SC/APC – SC/APC (ver Fig. 8). Se deberá conectar en la primera entrada del ODF rackeable (ver Fig. 9).

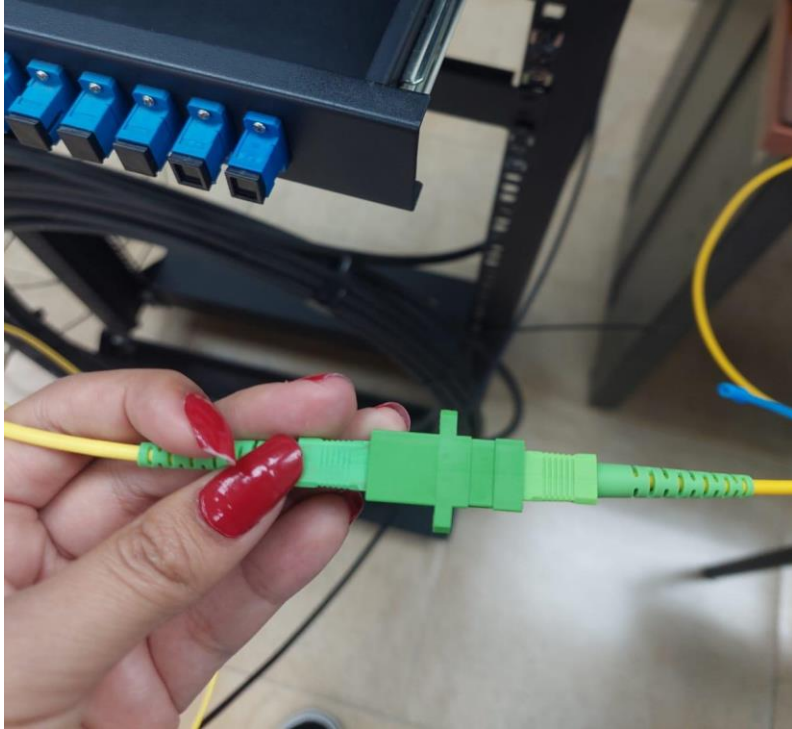


Figura 11 Conexión de la bobina de lanzamiento al patch cord SC/APC - SC/UPC



Figura 12 Conexión al ODF rackeable



Figura 13 Conexión desde el OTDR al ODF rackeable

8. Establecer los parámetros para medir la fibra óptica, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3 Parámetros para medir la fibra óptica

Longitud de onda (nm)	Rango (km)	Pulso (ns)	Tiempo (s)
1310	2.5	5	30
1550	2.5	5	30

Posibles eventos: 6

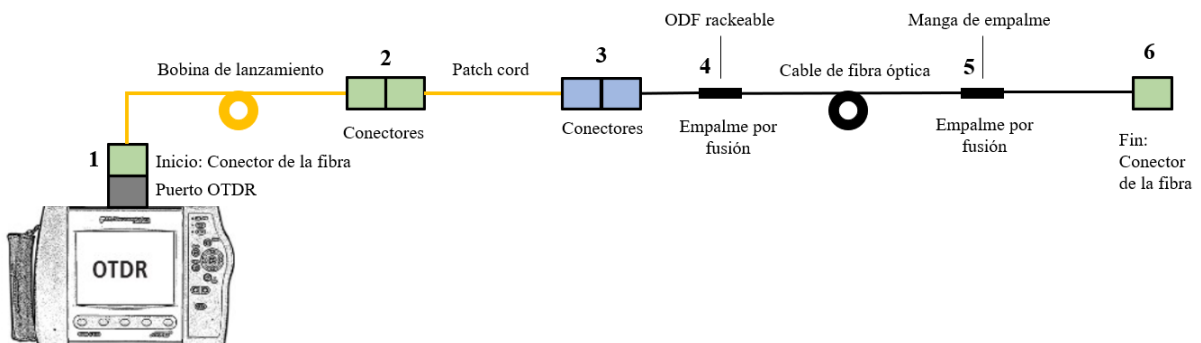


Figura 14 Esquema de conexión del segundo escenario

9. Realizar nuevamente los pasos 5 y 6.
10. Seleccionar el puerto correspondiente, según se trate de una Tarjeta de memoria o flash memory para guardar los archivos requeridos.



Figura 15 Puertos del OTDR

11. Abrir el software Fiber Viewer (ver Fig. 14). Subir los archivos al programa y realizar un reporte por cada medición.

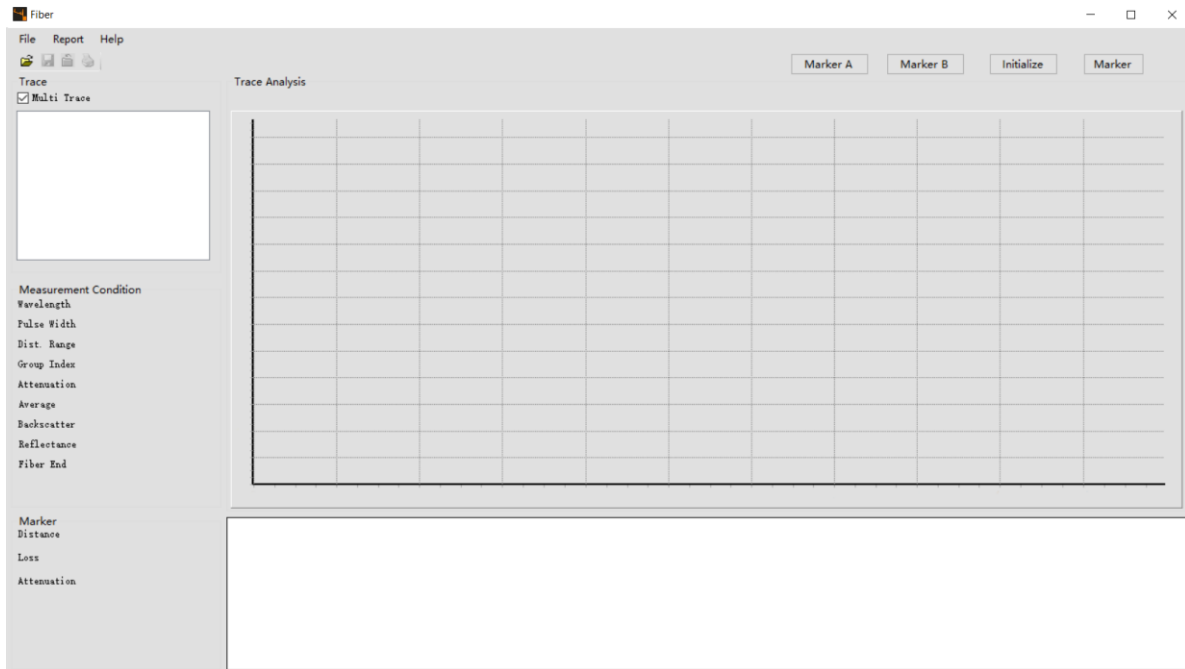


Figura 16 Software Fiber Viewer

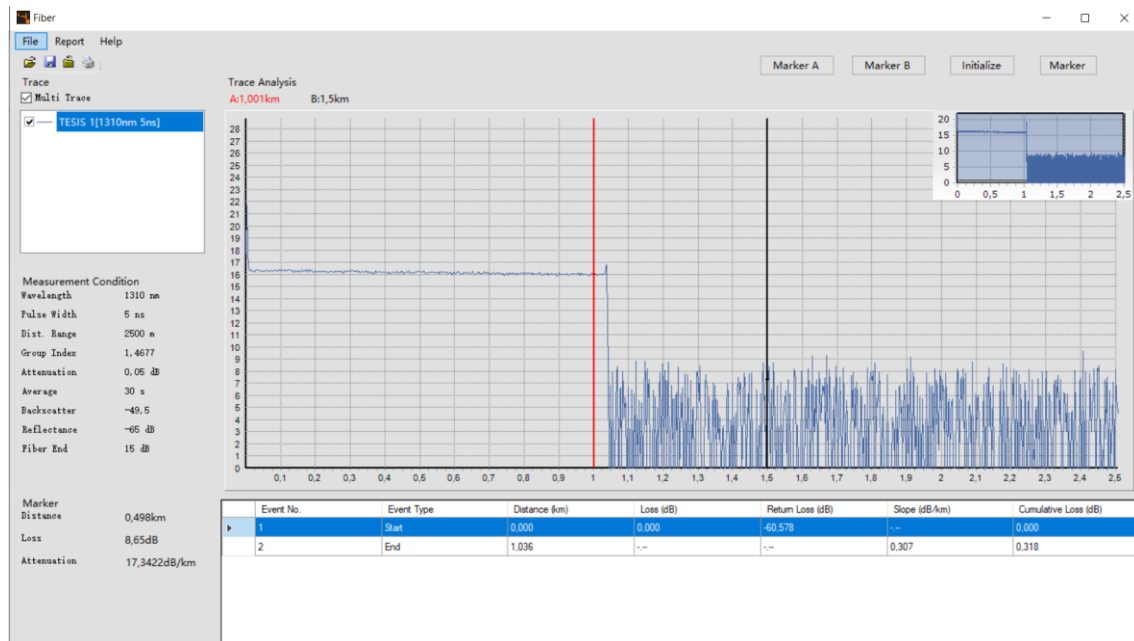


Figura 17 Medición 1 en el software

12. Seleccionar la opción *Report*. Escribir el nombre del proyecto y seleccionar el número de informes en cada página (ver. Fig. 16).



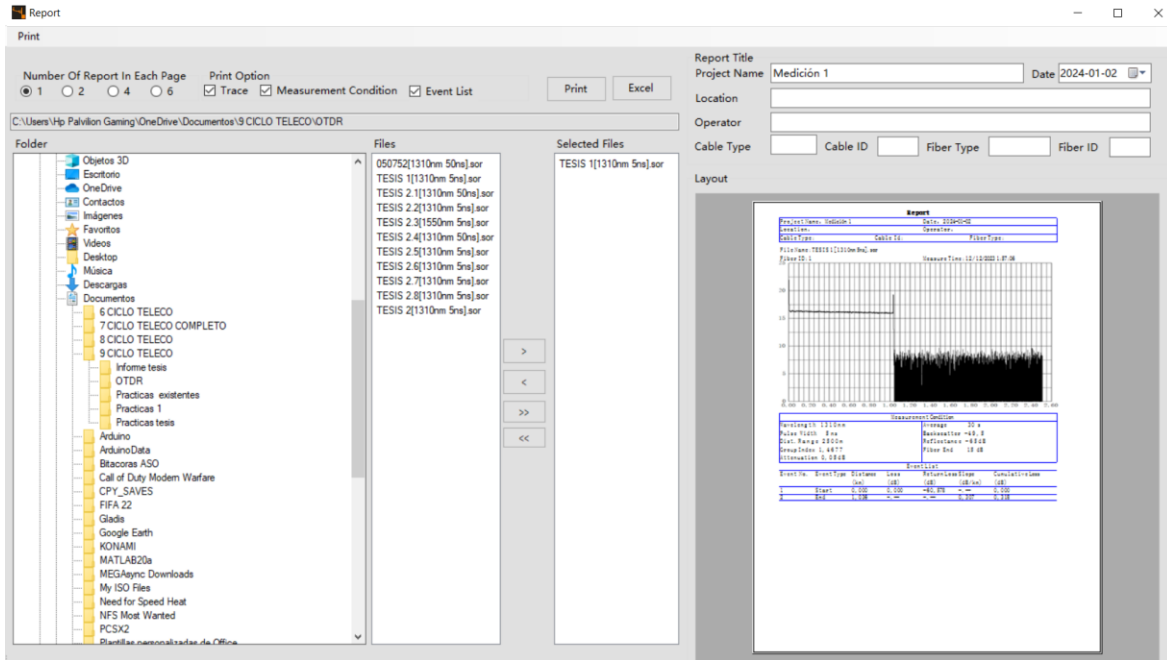


Figura 18 Reporte de la medición

13. Seleccionar *Print* para guardar el archivo en formato .pdf. En caso de ser necesario, establecer como predeterminada la impresora Microsoft Print to pdf.

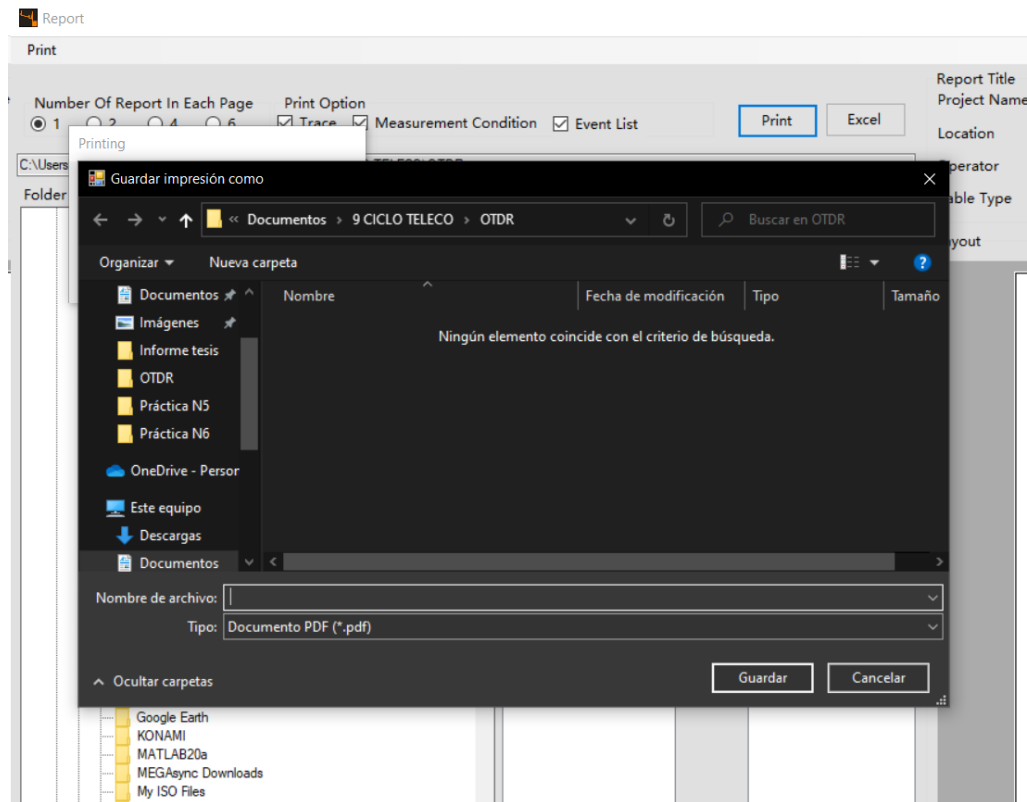


Figura 19 Guardar archivo con formato pdf

**7. MARCO TEÓRICO (A elaborar por el estudiante)**

- OTDR
- Bobina de lanzamiento
- Tipos de eventos de OTDR
- Distribuidor de fibra óptica ODF

**8. RESULTADOS OBTENIDOS (A elaborar por el estudiante)**

**9. DISCUSIÓN (A elaborar por el estudiante)**

**10. CONCLUSIONES (A elaborar por el estudiante)**

**11. RECOMENDACIONES (A elaborar por el estudiante)**

**12. PREGUNTAS DE CONTROL (Deben ser respondidas por el estudiante)**

- 1) ¿Para qué sirve el equipo OTDR?
- 2) Indique al menos 3 tipos de eventos en mediciones de fibra óptica con OTDR.
- 3) ¿Cuál es la función de la bobina de lanzamiento en las mediciones con OTDR y por qué se utiliza?
- 4) Indique los parámetros configurables del OTDR.

**BIBLIOGRAFÍA**

**Anexo 18. Preparatorio de práctica de laboratorio N6**

**PREPARATORIO DE PRÁCTICA # 6**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Introducción al uso del Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR)

**2. OBJETIVOS:**

- Investigar las características técnicas y de operación del OTDR APL-2.
- Realizar mediciones según los escenarios planteados en la guía.
- Identificar los diferentes tipos de eventos encontrados en las mediciones.
- Analizar las trazas obtenidas del OTDR.
- Contrastar las mediciones obtenidas con los esquemas inicialmente planteados.

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bobina de lanzamiento 1 km</li><li>• Patch cord SC/APC – SC/UPC</li><li>• Adaptador SC/APC</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tarjeta de memoria o flash memory</li><li>• OTDR APL-2</li><li>• ODF rackeable</li><li>• Software Fiber Viewer</li></ul>

**5. INSTRUCCIONES:**

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido el consumo de alimentos.
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.

- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1. OTDR**

Es un instrumento óptico-electrónico empleado en redes de fibra óptica para identificar pérdidas y roturas, determinando la distancia a estos fallos. Como resultado, permite localizar físicamente el punto de la red donde hay que realizar las tareas de mantenimiento. Se emplea para detectar fallos en redes de fibra óptica, sobre todo en instalaciones exteriores, donde las redes son extensas y es casi imposible localizar los fallos en zonas públicas (FOM, 2023).

Consta de una fuente de diodo láser, un detector de fotodiodo y un circuito temporizador de alta precisión (o base de tiempos). El láser emite un pulso de luz con una longitud de onda específica, que se transmite a lo largo de la fibra sometida a prueba. A medida que el pulso de luz viaja por la fibra, partes de la luz transmitida se reflejan o refractan, o son retro dispersadas por la fibra hacia el fotodetector del OTDR. La intensidad de esta luz de retorno y el tiempo que tarda en llegar al detector indican el valor de la pérdida por inserción y reflexión, el tipo y la ubicación de un evento en el enlace de fibra (Aselcom, 2023).



Figura 1 OTDR

### 6.1.1. Características

Según (Aselcom, 2023) las características claves de un OTDR son las siguientes:

- **Rango dinámico:** es la capacidad para medir la pérdida de señal en una fibra óptica. Un mayor rango dinámico le permite detectar pérdidas de señal más pequeñas y fallos más lejanos.
- **Resolución:** capacidad para distinguir entre dos eventos de pérdida de señal.
- **Longitud de onda de operación:** longitud de onda del pulso emitido en la fibra óptica. Debe coincidir con la utilizada en la red para garantizar mediciones precisas.
- **Ancho de pulso:** duración del pulso de luz emitido por el dispositivo.
- **Velocidad de muestreo:** número de mediciones que realiza el OTDR por segundo. Una frecuencia de muestreo mayor permite realizar mediciones más precisas.

### 6.1.2. Aplicaciones del reflectómetro

Analiza la reflexión, mide el tiempo que ha tardado en producirse la misma y así puede calcular a qué distancia se han producido los eventos y otras medidas (Aselcom, 2023).

- Medida de la longitud de la fibra óptica
- Medida de la distancia entre dos eventos de la fibra.
- Localización de fallos y discontinuidades en fibras ópticas.
- Representación gráfica de eventos dentro de una línea de fibra.
- Medida de las pérdidas entre dos puntos de la fibra óptica.
- Medida de las pérdidas en los empalmes.
- Medida de los fenómenos de reflexión de fibras ópticas.

### 6.1.3. Parámetros

Según (Aselcom, 2023) los parámetros configurables del OTDR son los siguientes:

- **Ancho de pulso**

Ajustando la anchura de pulso, se puede determinar la duración del pulso que se emite al enlace de fibra óptica. Normalmente, se selecciona una anchura de pulso menor para longitudes de cable más cortas, con el fin de maximizar la resolución al tiempo que se minimiza la potencia de salida.

- **Zona muerta**

Cuando el detector OTDR se satura debido a una interfaz altamente reflectante en el enlace de fibra, el periodo de recuperación del OTDR se traduce en una distancia específica desde el suceso, que se conoce como zona muerta (una sección del cable para la que no habrá datos disponibles).

- **Rango de distancia**

El ajuste del alcance de distancia de un OTDR controla el alcance del cable que se muestra en la pantalla. También define la frecuencia de emisión de pulsos, ya que cada pulso debe volver al detector antes de que se envíe el siguiente.

- **Tiempo promediado**

En general, se obtienen mediciones más precisas promediando varias repeticiones de la misma prueba. Este principio también se aplica a las mediciones OTDR.

## 6.2. Bobina de lanzamiento

Es una bobina de cable de fibra óptica con conectores en sus extremos que se utiliza para conectar el OTDR a la red de fibra óptica que se está comprobando. La bobina suele ser un fino filamento de cable de fibra óptica desnuda, que puede enrollarse entre 100 y 2000 metros en una pequeña caja de mano diseñada para facilitar su transporte durante las mediciones. Estas bobinas deben tener la longitud necesaria, con conectores que coincidan con el puerto óptico del OTDR y el enlace de fibra óptica que se está probando (Rodríguez, 2023).

Un extremo de la bobina de lanzamiento del OTDR suele mantenerse conectado al OTDR, mientras que el otro extremo se desplaza gradualmente a lo largo del panel de conexiones a medida que se realizan las mediciones en cada fibra. Es esencial realizar los procesos de limpieza necesarios en cada etapa. En el extremo opuesto de la red, debe colocarse la bobina receptora, donde no haya ningún equipo conectado, ya que la medición OTDR consiste en un único instrumento y es en circuito abierto (Rodríguez, 2023).

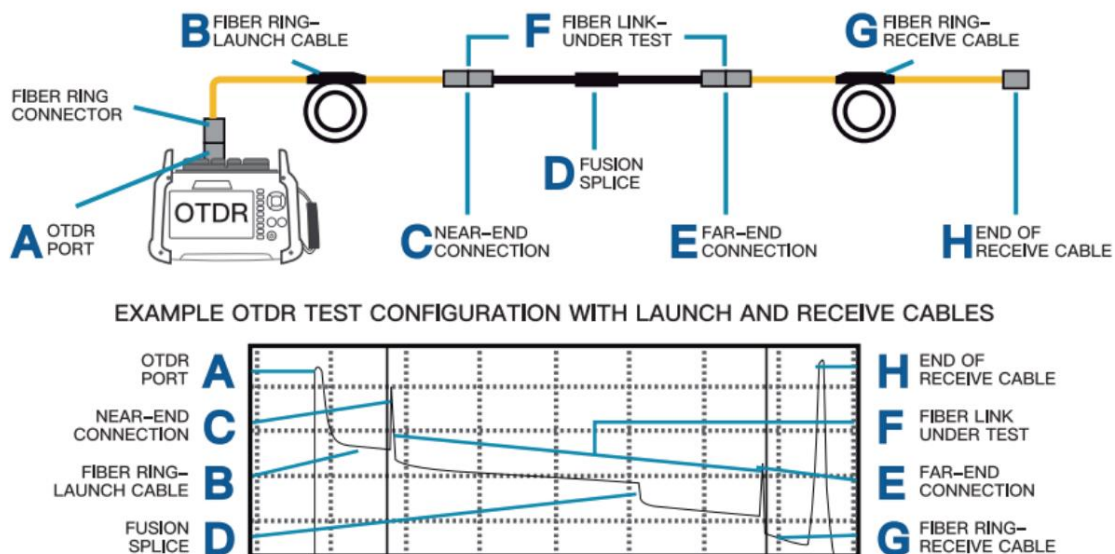


Figura 2 Medidas con un OTDR (Komshine, s. f.)

La finalidad de la bobina de lanzamiento es eliminar la zona muerta inicial y caracterizar el conector inicial del enlace de fibra óptica. Además, cuando se conectan al conector final del enlace de fibra óptica, también permiten caracterizar dicho conector (Melcox, s. f.).



Figura 3 Bobina de lanzamiento

### 6.3. Tipos de eventos de OTDR

#### Eventos no reflexivos

Este evento se caracteriza por una disminución repentina del nivel de la señal de retrodispersión Rayleigh. Aparece como una discontinuidad en la pendiente descendente de la señal de traza (EXFO OTDR 2 - Manual (Página 187), s. f.).

- Este evento suele estar causado por empalmes, macro curvaturas o microcurvaturas en la fibra.
- Se especifica un valor de pérdida para los eventos no reflectantes. No se especifica reflectancia para este tipo de evento.
- Si se establecen umbrales, la aplicación indicará un fallo no reflectante en la tabla de sucesos cuando cualquier valor supere el umbral de pérdida.



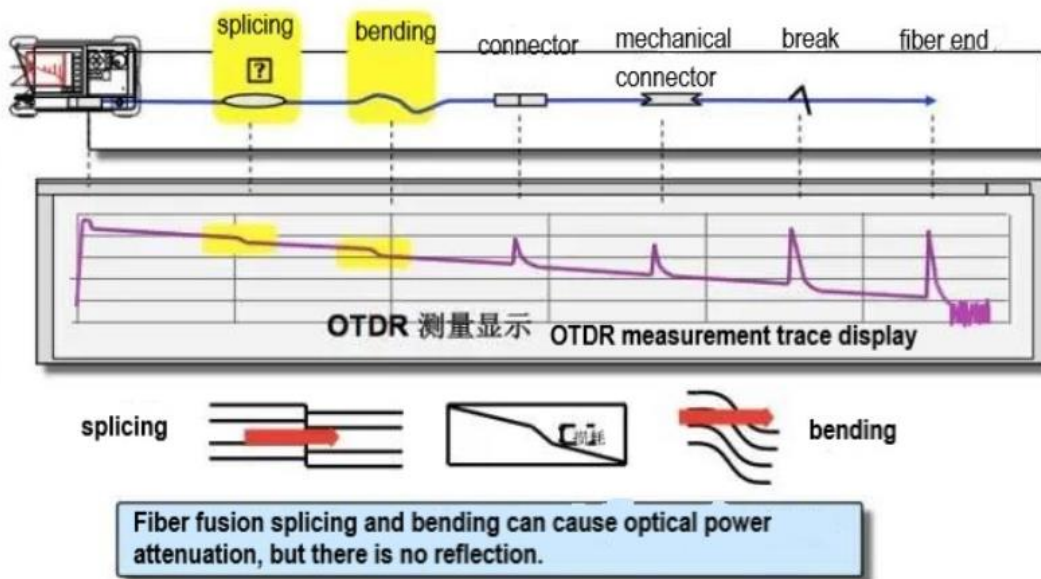


Figura 4 Eventos no reflexivos

## Eventos reflexivos

Los eventos reflexivos aparecen como picos en la traza de la fibra. Se producen debido a una discontinuidad repentina en el índice de refracción (EXFO OTDR 2 - Manual (Página 188), s. f.).

- Como resultado de estos eventos, una parte significativa de la energía emitida inicialmente en la fibra se refleja de nuevo hacia la fuente.
- Pueden indicar la presencia de conectores, empalmes mecánicos o incluso empalmes por fusión de baja calidad o grietas.
- Los valores de pérdida y reflectancia suelen especificarse para los eventos reflectantes.
- Cuando el pico reflectante alcanza su nivel máximo, su parte superior puede recortarse debido a la saturación del detector. En consecuencia, esto puede aumentar la zona muerta (o distancia mínima necesaria para atenuar o detectar una medición entre este suceso y un segundo suceso cercano).
- Si se establecen umbrales, la aplicación indicará un fallo de reflexión en la tabla de eventos cuando cualquier valor supere los umbrales de reflectancia o de pérdida de conector.

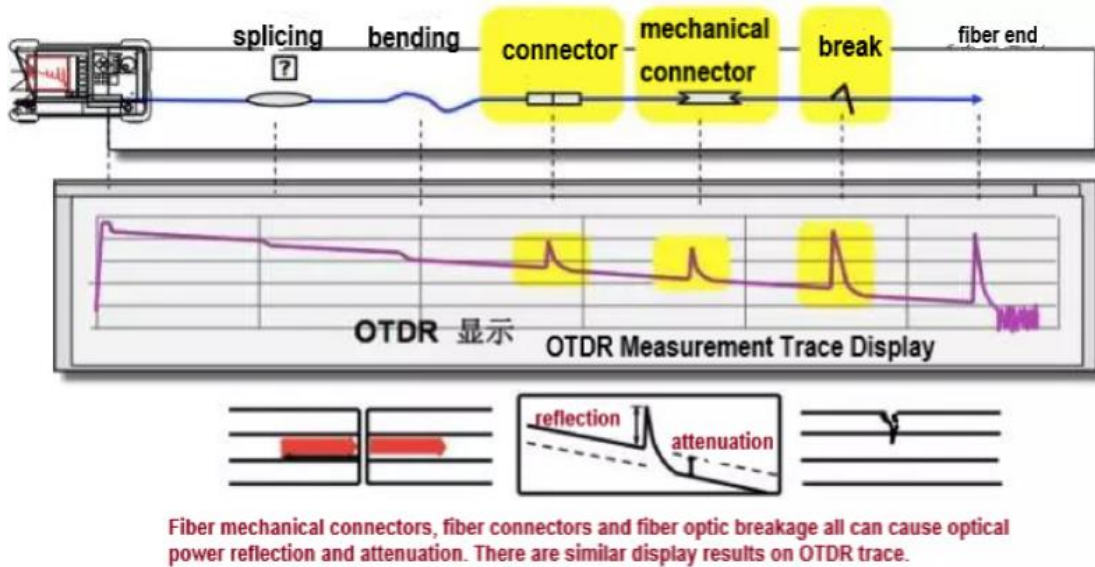


Figura 5 Eventos reflexivos

### Extremo de fibra

En la figura 6, se tiene un evento reflectante significativo con la cola que se extiende desde la parte inferior del trazo. Precaución: puede que no sea el final del enlace, sino el lugar donde la fibra está dañada. Por eso es esencial realizar una prueba OTDR en ambas direcciones. Si se usa el OTDR en una dirección a 75 m y en la otra dirección a 62 m, se podrá identificar una rotura del cable.

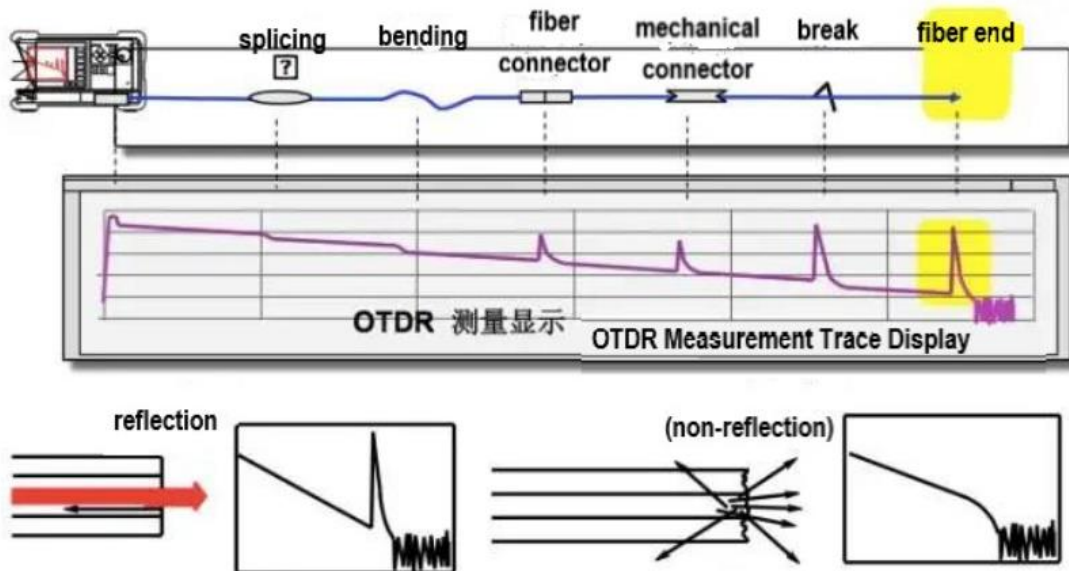


Figura 6 Extremo de fibra

### Fibras no coincidentes (Ganador)

Este suceso significa una unión con un aumento aparente de la ganancia, resultante de la fusión de dos secciones de fibra con diferentes características de retrodispersión de la fibra (coeficientes de retrodispersión y captura). A los sucesos positivos se les asigna un valor de pérdida especificado. La pérdida especificada no indica la pérdida real del suceso (EXFO OTDR 2 - Manual (Página 190), s. f.).

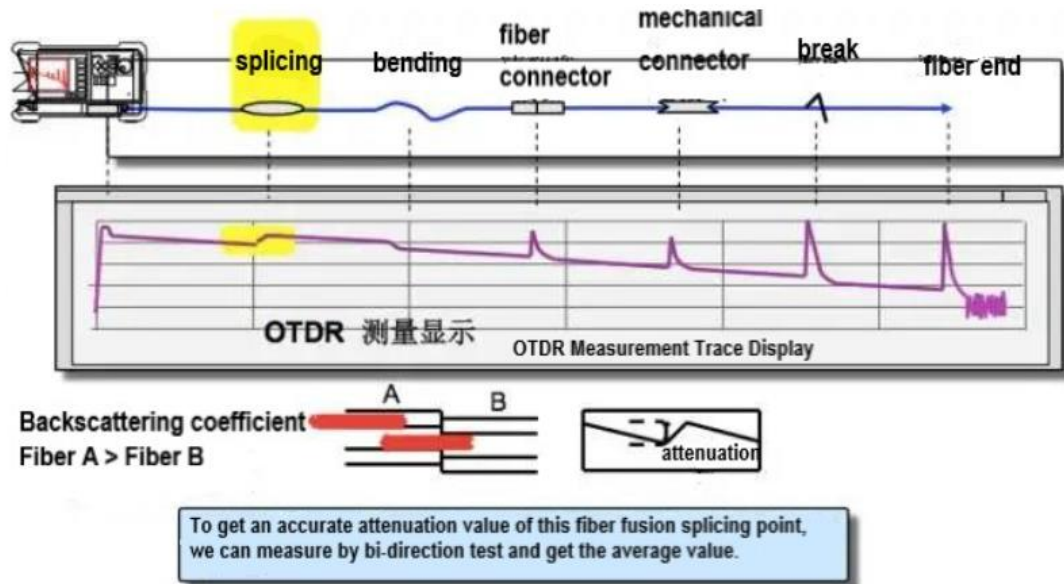


Figura 7 Fibras no coincidentes (Ganador)

### Fantasmas

No se trata de sucesos reales, sino de fantasmas. Es sencillo predecir dónde aparecerán los fantasmas en el rastreo y, como resultado, se pueden descartar. Además, el fantasma no tendrá un paso descendente en el nivel de rastreo, ya que no hay pérdida en ese punto. Esto permite identificarlo como fantasma (3S Telecom Technology, 2022).

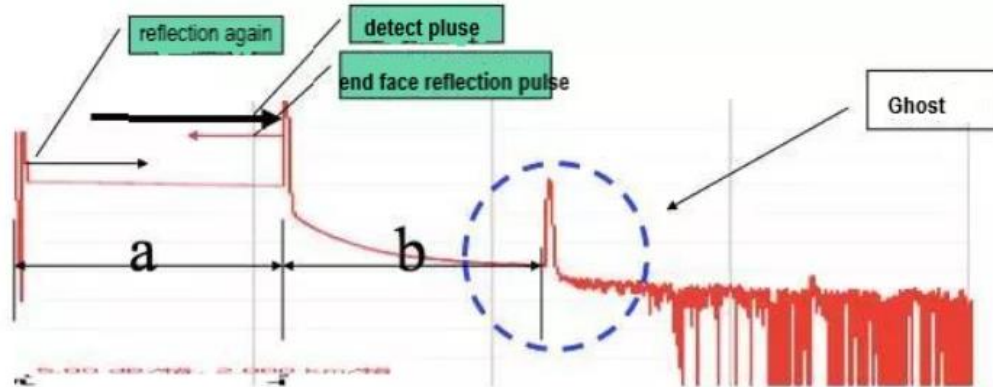


Figura 8 Fantasmas

#### 6.4. Distribuidor de fibra óptica ODF

Un distribuidor de fibra óptica (ODF) es un dispositivo utilizado para proporcionar interconexiones de cable entre instalaciones de comunicación, integrando empalmes de fibra, terminación de fibra, adaptadores y conectores de fibra y conexiones de cable en una sola unidad. También puede funcionar como dispositivo de protección para salvaguardar las conexiones de fibra óptica de posibles daños.

##### ODF de montaje en pared

El ODF de montaje en pared suele emplear un diseño de caja compacta que puede instalarse en la pared y es adecuado para pequeñas distribuciones de fibra. El ODF montado en el suelo adopta una estructura cerrada, normalmente diseñada con una capacidad de fibra fija y un aspecto agradable.



Figura 9 ODF de montaje en pared

### **ODF montado en rack**

El ODF montado en rack suele tener un diseño modular con una estructura robusta. Puede instalarse en el bastidor con mayor flexibilidad según las especificaciones y el número de cables de fibra óptica. Este tipo de sistema de distribución óptica es más cómodo y ofrece mayores posibilidades de futuro.

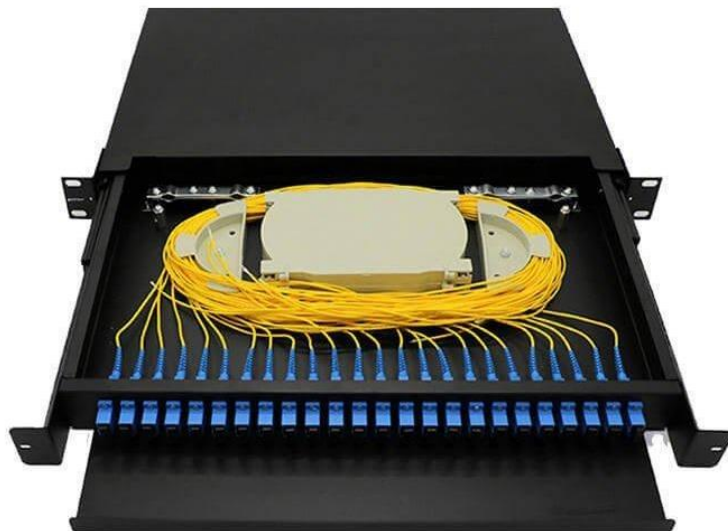


Figura 10 ODF montado en rack

7. **RESULTADOS OBTENIDOS** (A elaborar por el estudiante)
8. **DISCUSIÓN** (A elaborar por el estudiante)
9. **CONCLUSIONES** (A elaborar por el estudiante)
10. **RECOMENDACIONES** (A elaborar por el estudiante)
11. **PREGUNTAS DE CONTROL** (Deben ser respondidas por el estudiante)

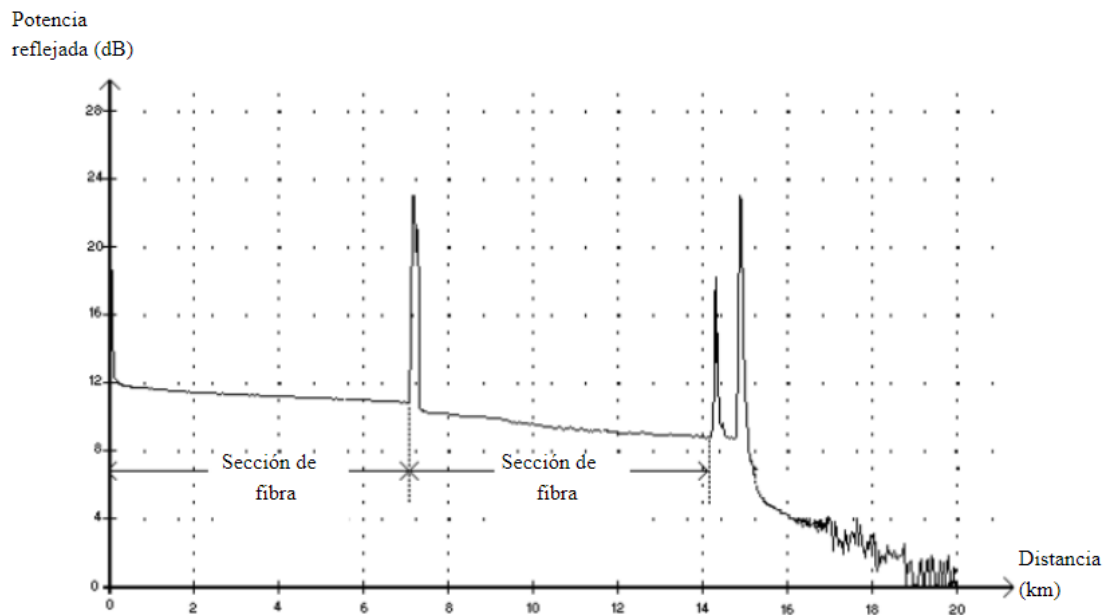
1) **¿Para qué sirve el equipo OTDR?**

El Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo es una herramienta que emite un pulso de luz, analiza su reflexión, mide el tiempo que tarda en producirse y calcula la distancia a la que se han producido los eventos y otras mediciones.

2) **Indique al menos 3 tipos de eventos en mediciones de fibra óptica con OTDR.**

**Sección de fibra**

Sección de fibra



Este símbolo indica una sección de fibra sin ningún evento (EXFO OTDR 2 - Manual (Página 192), s. f.).

- La suma total de todas las secciones de fibra dentro de una traza de fibra completa es igual a la longitud total de la fibra. Los eventos detectados pueden ser diferentes, aunque cubran varios puntos de la traza.

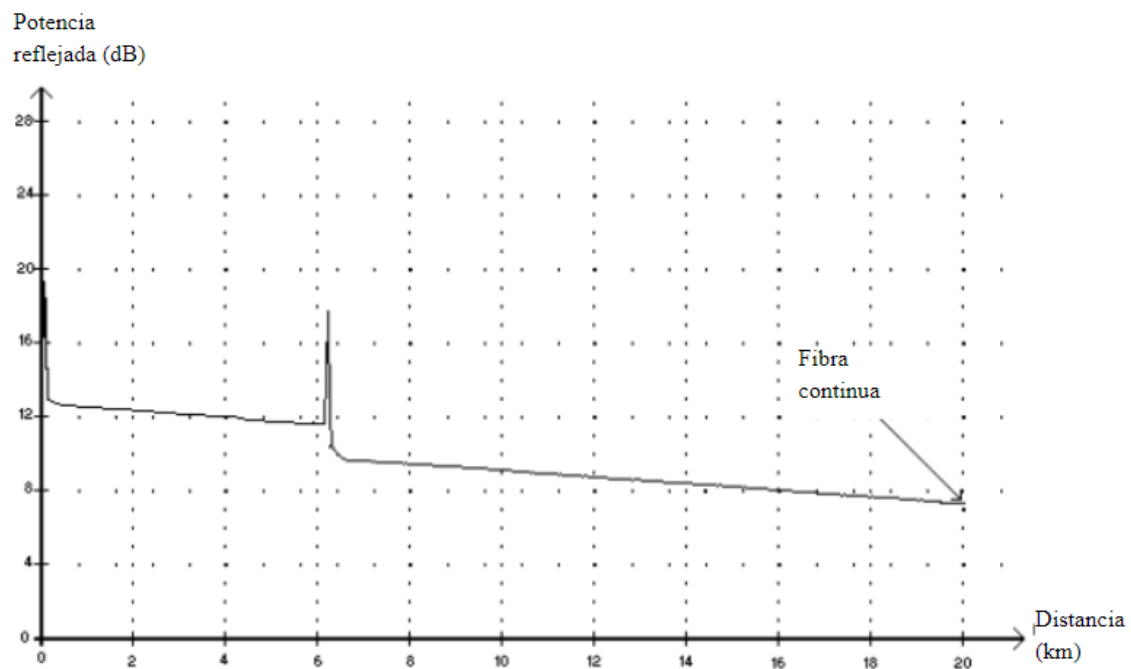
- Se especifica un valor de pérdida para los eventos de sección de fibra, mientras que no se especifica reflectancia para este tipo de eventos.
- La atenuación (dB/kilómetro) se obtiene dividiendo la pérdida por la longitud de la sección de fibra.

### Fibra continua

Este hecho sugiere que el intervalo de adquisición elegido era inferior a la longitud de la fibra (EXFO OTDR 2 - Manual (Página 185), s. f.).

- No se detectó el extremo de la fibra porque el proceso de análisis finalizó antes de alcanzarlo.
- Por tanto, el rango de distancia de adquisición debe aumentarse a un valor superior a la longitud de la fibra.
- No hay pérdida ni reflectancia especificadas para los eventos de fibra continua.

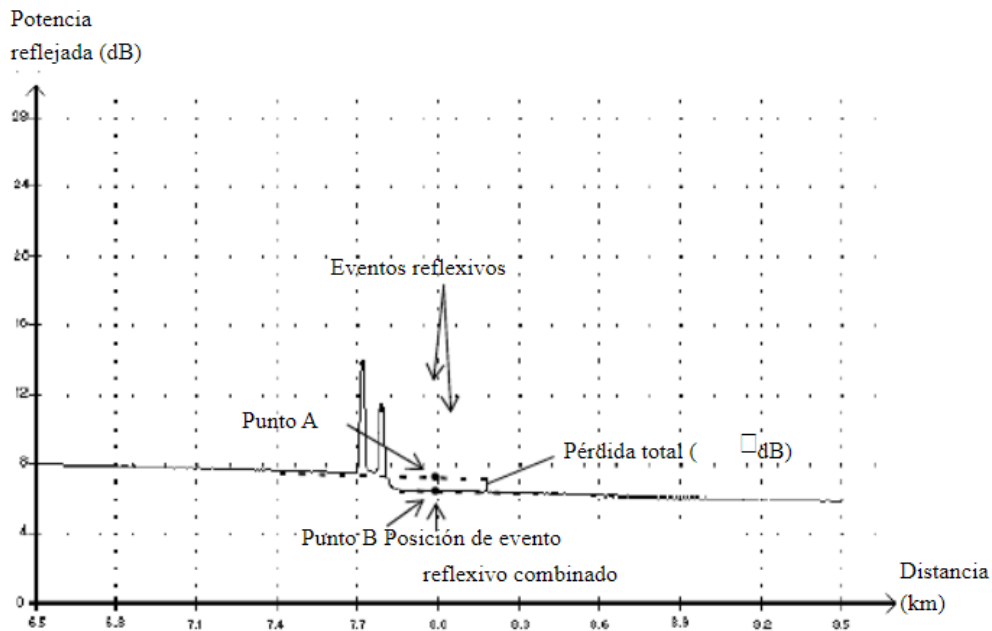
### Fibra continua



### Evento combinado

## Evento combinado

$\Sigma$



Este símbolo representa un suceso combinado con otro u otros sucesos. También representa la pérdida total causada por los sucesos combinados que le siguen en la tabla de sucesos (EXFO OTDR 2 - Manual (Página 193), s. f.).

- Un suceso combinado está formado por sub-sucesos. En la tabla de sucesos, sólo se muestra el suceso combinado, no los subeventos que lo componen.
- Los sucesos reflectantes pueden indicar la presencia de conectores, empalmes mecánicos o empalmes con mala calidad de fusión o grietas.
- Los sucesos no reflectantes pueden indicar la presencia de empalmes, divisores o curvas.

### 3) ¿Cuál es la función de la bobina de lanzamiento en las mediciones con OTDR y por qué se utiliza?

Las bobinas de lanzamiento son utilizadas, al realizar medidas con OTDR. Son beneficiosas ya que reducen la zona muerta al inicio de la red, lo que da lugar a mediciones más precisas.

### 4) Indique los parámetros configurables del OTDR.

Ancho de pulso



Ajustando la anchura del pulso, se determina la duración del pulso emitido al enlace de fibra. Las anchuras de pulso más cortas suelen elegirse para longitudes de cable más cortas, a fin de maximizar la resolución y minimizar la emisión de energía. Las anchuras de pulso más largas son más adecuadas para comprobar longitudes de cable más largas (VIAVI, 2023).

### **Zona muerta**

Cuando el detector OTDR se satura debido a una interfaz altamente reflectante en el enlace de fibra, se crea una zona muerta en la que no hay datos disponibles. Los huecos, los empalmes defectuosos, las terminaciones de fibra plana y otros incidentes que provocan una alta reflexión de Fresnel suelen ser las causas de las zonas muertas (VIAVI, 2023).

### **Rango de distancia**

El ajuste del rango de distancia de un OTDR controla la cantidad de cable que aparece en la pantalla y determina la velocidad de emisión de impulsos. Una configuración adecuada requiere una documentación precisa del enlace de fibra. Elige el ajuste de alcance más corto que sea mayor que la longitud máxima de la fibra (VIAVI, 2023).

### **Tiempo de promediado**

En general, se suelen obtener mediciones más precisas promediando múltiples repeticiones de la misma prueba. Tiempo promedio más largo, es decir basado en más repeticiones de la misma prueba proporcionará una medición con una mejor relación señal-ruido, pero requerirá más tiempo. Sin embargo, cuando los datos de distancia y pérdida deben ser lo más precisos posible, puede justificarse tiempos promedio más prolongados (VIAVI, 2023).

## BIBLIOGRAFÍA

3S Telecom Technology. (2022). *Como leer e interpretar el informe de prueba de eventos OTDR.*

<https://es.3stelecom.com/C%C3%B3mo-leer-e-interpretar-el-informe-de-prueba-de-eventos-OTDR-id43501657.html>

Aselcom. (2023, 24 abril). OTDR o reflectómetro: ¿Qué es? ¿Para qué sirve? *Aselcom.*

<https://aselcom.com/blog/actualidad/otdr-o-reflectometro-que-es-para-que-sirve->

*EXFO OTDR 2 - Manual (Página 185).* (s. f.). PDFmanuales.com.

<https://www.pdfmanuales.com/manuals/736485/exfo-otdr-2.html?page=185>

*EXFO OTDR 2 - Manual (Página 187).* (s. f.). PDFmanuales.com.

<https://www.pdfmanuales.com/manuals/736485/exfo-otdr-2.html?page=187>

*EXFO OTDR 2 - Manual (Página 188).* (s. f.). PDFmanuales.com.

<https://www.pdfmanuales.com/manuals/736485/exfo-otdr-2.html?page=188>

*EXFO OTDR 2 - Manual (Página 190).* (s. f.). PDFmanuales.com.

<https://www.pdfmanuales.com/manuals/736485/exfo-otdr-2.html?page=190>

*EXFO OTDR 2 - Manual (Página 192).* (s. f.). PDFmanuales.com.

<https://www.pdfmanuales.com/manuals/736485/exfo-otdr-2.html?page=192>

*EXFO OTDR 2 - Manual (Página 193).* (s. f.). PDFmanuales.com.

<https://www.pdfmanuales.com/manuals/736485/exfo-otdr-2.html?page=193>

FOM. (2023). ¿Qué es y cómo funciona un OTDR? – FOM.

<https://fibropticasdemexico.com/que-es-y-como-funciona-un-otdr/>

Komshine. (s. f.). *Caja de cable de KFLC-1 lanzamiento OTDR.*

<https://www.fusionadora.com/uploads/KFLC->

[1\\_Caja\\_de\\_cable\\_de\\_lanzamiento\\_OTDR.pdf](https://www.fusionadora.com/uploads/KFLC-1_Caja_de_cable_de_lanzamiento_OTDR.pdf)

Market, F. (2022, diciembre 23). *Bobina de lanzamiento*. FibraMarket la fibra optica de Mexico.

<https://www.fibramarket.com/bobina-de-lanzamiento/>

Melcox. (s. f.). *Bobinas de lanzamiento de fibra óptica Archivos - Melcox*.

[https://melcox.com/portfolio\\_category/bobinas-de-](https://melcox.com/portfolio_category/bobinas-de-lanzamiento/#:~:text=Las%20bobinas%20de%20lanzamiento%20se,permiten%20caracterizar%20tambi%C3%A9n%20dicho%20conector.)

[lanzamiento/#:~:text=Las%20bobinas%20de%20lanzamiento%20se,permiten%20caracterizar%20tambi%C3%A9n%20dicho%20conector.](https://melcox.com/portfolio_category/bobinas-de-lanzamiento/#:~:text=Las%20bobinas%20de%20lanzamiento%20se,permiten%20caracterizar%20tambi%C3%A9n%20dicho%20conector.)

Rodriguez, A. (2023, 20 diciembre). Conceptos básicos para utilizar un OTDR (4a parte, bobinas

de lanzamiento). *NTDhoy, S.L.* [https://www.fibraoptica hoy.com/conceptos-basicos-para-](https://www.fibraoptica hoy.com/conceptos-basicos-para-utilizar-un-otdr-4a-parte-bobinas-de-lanzamiento/)

[utilizar-un-otdr-4a-parte-bobinas-de-lanzamiento/](https://www.fibraoptica hoy.com/conceptos-basicos-para-utilizar-un-otdr-4a-parte-bobinas-de-lanzamiento/)

VIAVI. (2023, 26 octubre). *Principios de funcionamiento y características de los OTDR | Aspectos*

*básicos y definición de los OTDR.* VIAVI Solutions Inc.

[https://www.viavisolutions.com/es-es/cuales-son-los-principios-de-funcionamiento-y-las-](https://www.viavisolutions.com/es-es/cuales-son-los-principios-de-funcionamiento-y-las-caracteristicas-de-los-otdr)  
[caracteristicas-de-los-otdr](https://www.viavisolutions.com/es-es/cuales-son-los-principios-de-funcionamiento-y-las-caracteristicas-de-los-otdr)

**Anexo 19. Informe de práctica de laboratorio N6**

**INFORME DE PRÁCTICA # 6**

**ASIGNATURA: COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**RESULTADO DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA: (VER SÍLABO)**

**TIEMPO PLANIFICADO EN EL SÍLABO: 2 HORAS**

**TIEMPO DE LA PRÁCTICA POR GRUPO: 2 HORAS**

**NÚMERO DE ESTUDIANTES POR GRUPO: 2 ESTUDIANTES**

**NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO: 1**

**1. TEMA:** Introducción al uso del Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR)

**2. OBJETIVOS:**

- Investigar las características técnicas y de operación del OTDR APL-2.
- Realizar mediciones según los escenarios planteados en la guía.
- Identificar los diferentes tipos de eventos encontrados en las mediciones.
- Analizar las trazas obtenidas del OTDR.
- Contrastar las mediciones obtenidas con los esquemas inicialmente planteados.

<b>3. Materiales y Reactivos – Por Grupo</b>	<b>4. Equipos y herramientas – Por Grupo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bobina de lanzamiento 1 km</li><li>• Patch cord SC/APC – SC/UPC</li><li>• Adaptador SC/APC</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tarjeta de memoria o flash memory</li><li>• OTDR APL-2</li><li>• ODF rackeable</li><li>• Software Fiber Viewer</li></ul>

**5. INSTRUCCIONES:**

- Colocar las mochilas en los casilleros.
- Prohibido el consumo de alimentos.
- Prohibido equipo de diversión, celulares etc.
- Prohibido jugar.
- Prohibido mover o intercambiar los equipos de los bancos de trabajo.

- Prohibido sacar los equipos del laboratorio sin autorización.
- Ubicar los equipos y accesorios en el lugar dispuesto por el responsable del laboratorio, luego de terminar las prácticas.
- Uso adecuado de equipos.
- Uso obligatorio del mandil.

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS

Durante el desarrollo de la práctica se logró identificar y aprender el uso del OTDR y bobina de lanzamiento (Figura 1), así como los parámetros configurables del OTDR: ancho de pulso, rango de distancia y tiempo.



Figura 1 OTDR y bobina de lanzamiento

En el primer escenario, se utilizó la bobina de lanzamiento utilizando la configuración: longitud de onda 1310 nm, distancia 2.5 km, ancho de pulso 5 ns y tiempo 30 s. En la figura 2 se muestra la traza obtenida de la medición, en donde el marcador A está colocado en la distancia de 1.001 km y B a una distancia de 1.5 km, obteniendo una distancia entre marcadores de 0.498 km y una pérdida de 8.65 dB con una atenuación de 17.3422 km/dB.

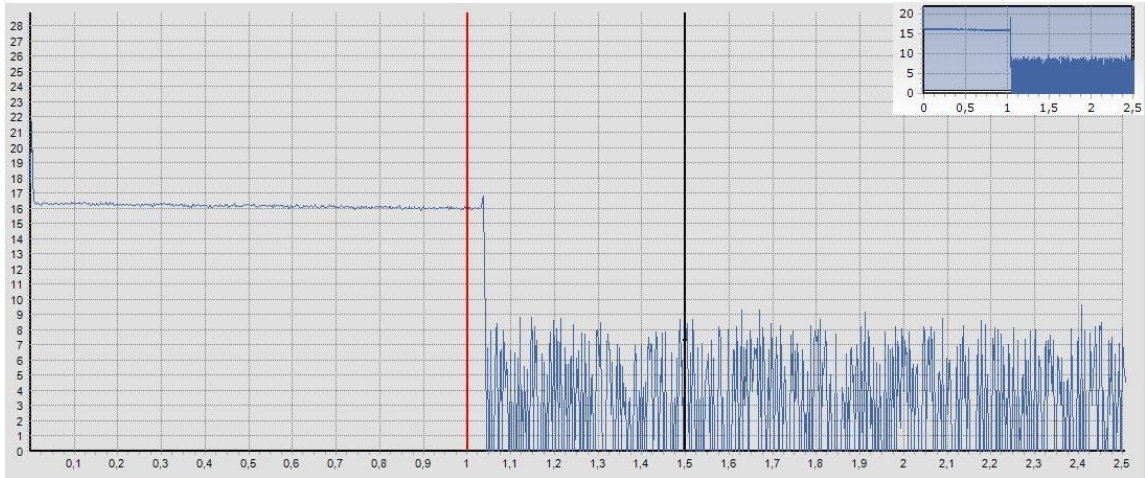


Figura 2 Medición 1

Se obtuvieron 2 eventos: inicio y fin de la fibra óptica (ver Fig. 3). La distancia es de 1.0357 km con una pérdida acumulativa de 0.32 dB.



Figura 3 Medición en OTDR

Event No.	Event Type	Distance (km)	Loss (dB)	Return Loss (dB)	Slope (dB/km)	Cumulative Loss (dB)
1	Start	0,000	0,000	-60,578	--	0,000
2	End	1,036	--	--	0,307	0,318

Figura 4 Eventos del primer escenario en el software

A continuación, se muestra el reporte de la medición.

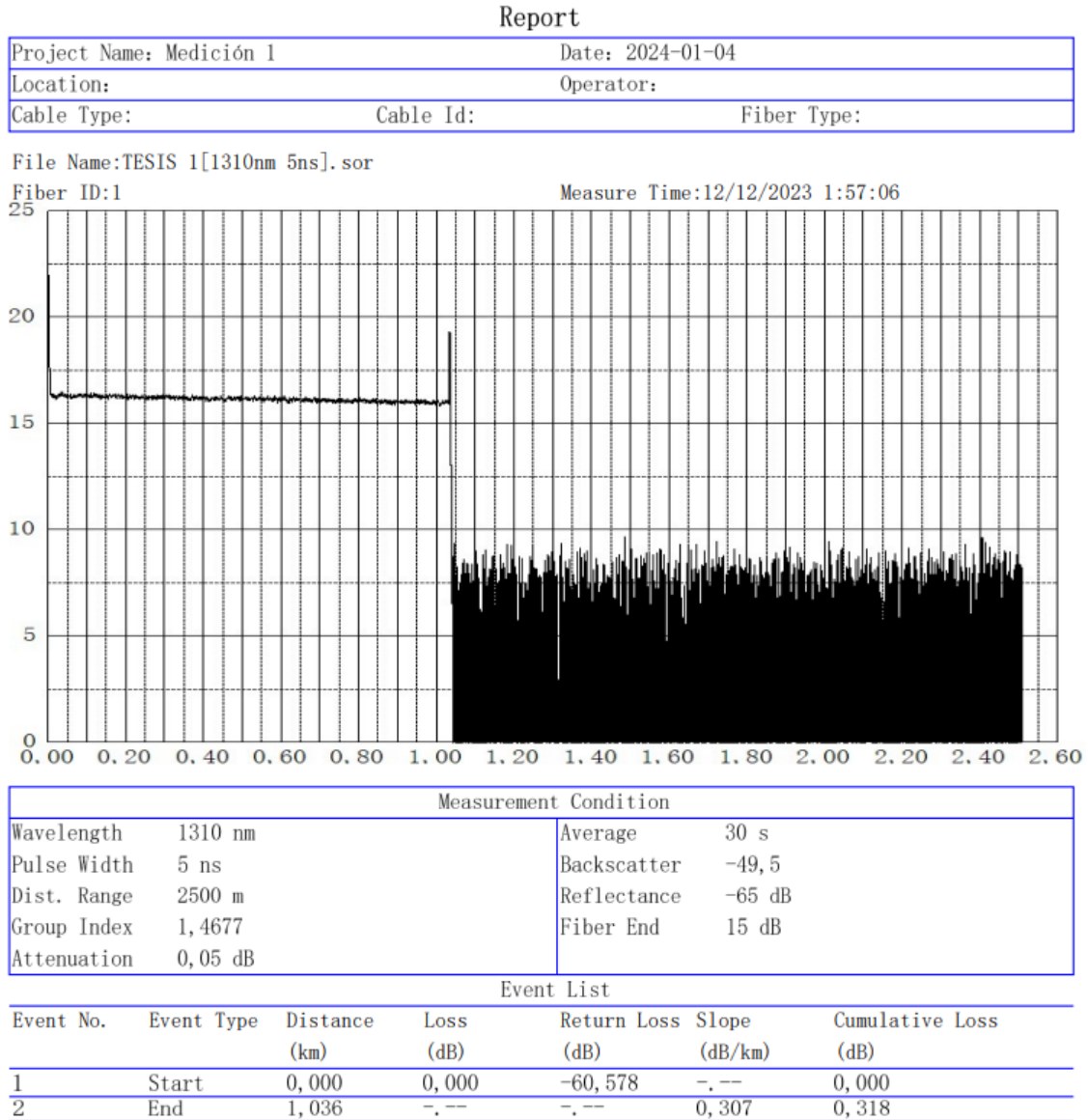


Figura 5 Reporte de la medición 1: Bobina de lanzamiento con longitud de onda 1310nm

En el segundo escenario, se utilizó la bobina de lanzamiento utilizando la configuración: longitud de onda 1310 nm, distancia 2.5 km, ancho de pulso 5 ns y tiempo 30 s. En la figura 5 se muestra la traza obtenida de la medición, en donde el marcador A está colocado en una distancia de 1 km y el B a una distancia de 1.5 km, obteniendo una distancia de 0.499 km y una pérdida de 8.241 dB con una atenuación de 16.4907 km/dB.

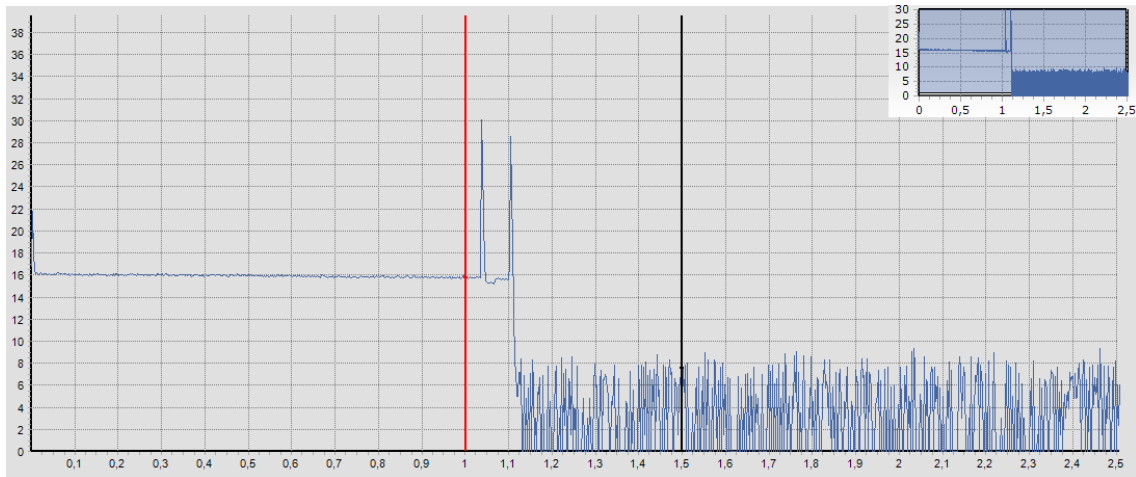


Figura 6 Medición 2

En esta medición se obtuvieron 3 eventos: inicio, reflexión y fin de la fibra óptica (ver Fig. 6). Se muestra que la distancia es de 1.1008 km con reflexión de -43.14 dB y pérdida acumulativa de 0.74 dB.

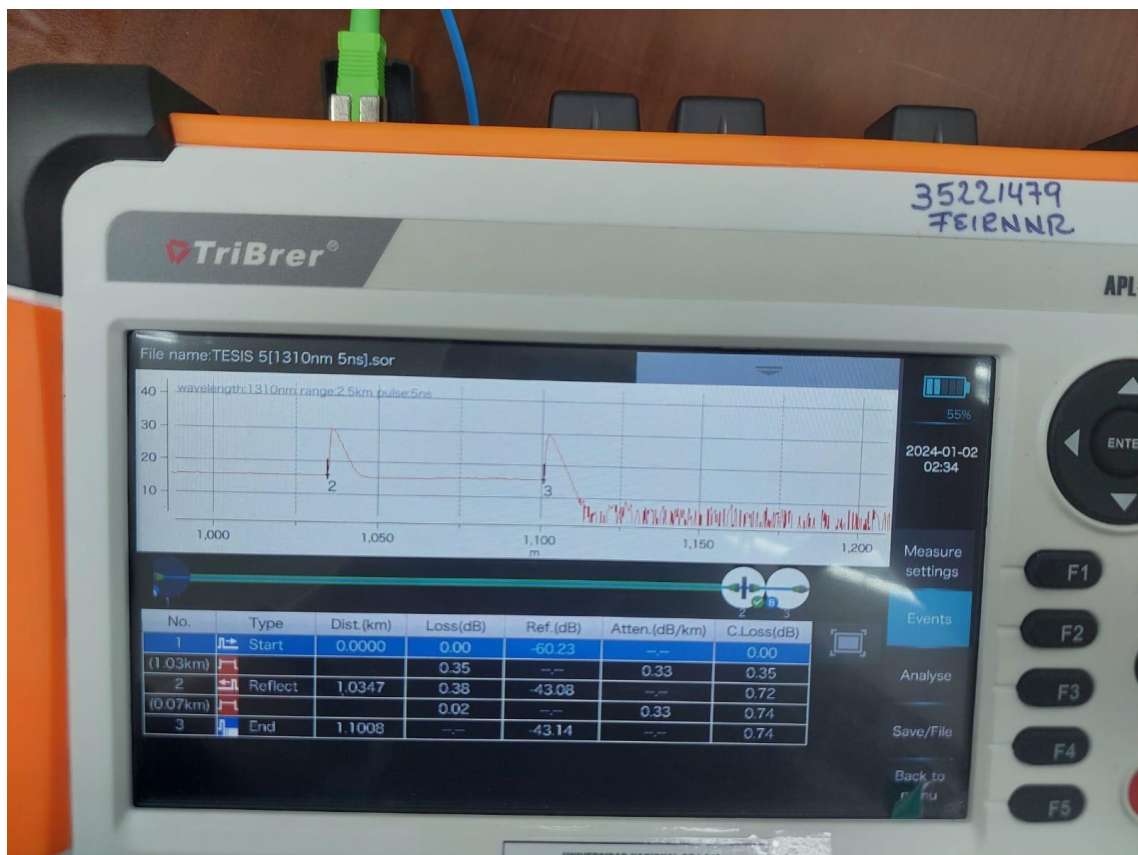


Figura 7 Medición en OTDR



Event No.	Event Type	Distance (km)	Loss (dB)	Return Loss (dB)	Slope (dB/km)	Cumulative Loss (dB)
1	Start	0,000	0,000	-60,230	--	0,000
2	Reflect	1,035	0,376	-43,084	0,334	0,722
3	End	1,101	--	-43,144	0,334	0,744

Figura 8 Eventos del segundo escenario 1310nm en el software

A continuación, se muestra el reporte de la medición.

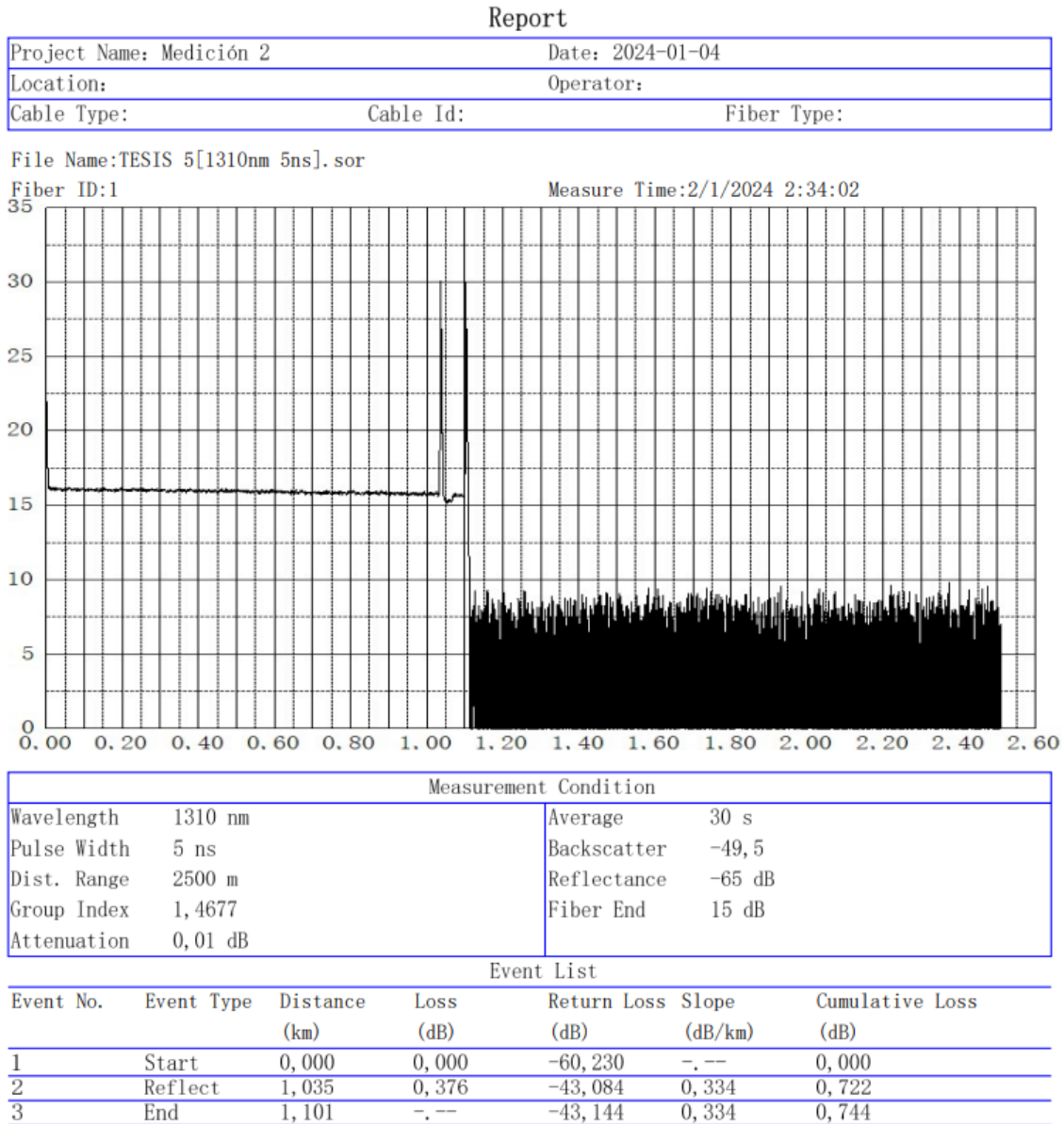


Figura 9 Reporte de la medición 2: Bobina de lanzamiento y rack con longitud de onda 1310nm

En el segundo escenario se utilizó la bobina de lanzamiento utilizando la configuración: longitud de onda 1550 nm, distancia 2.5 km, ancho de pulso 5 ns y tiempo 30 s. En la figura 5 se muestra la traza obtenida de la medición, en donde el marcador A está colocado a una distancia de 1km y

el B a una distancia de 1.5 km, obteniendo una distancia de 0.499 km y una pérdida de 13.669 dB con una atenuación de 27.3432 km/dB.

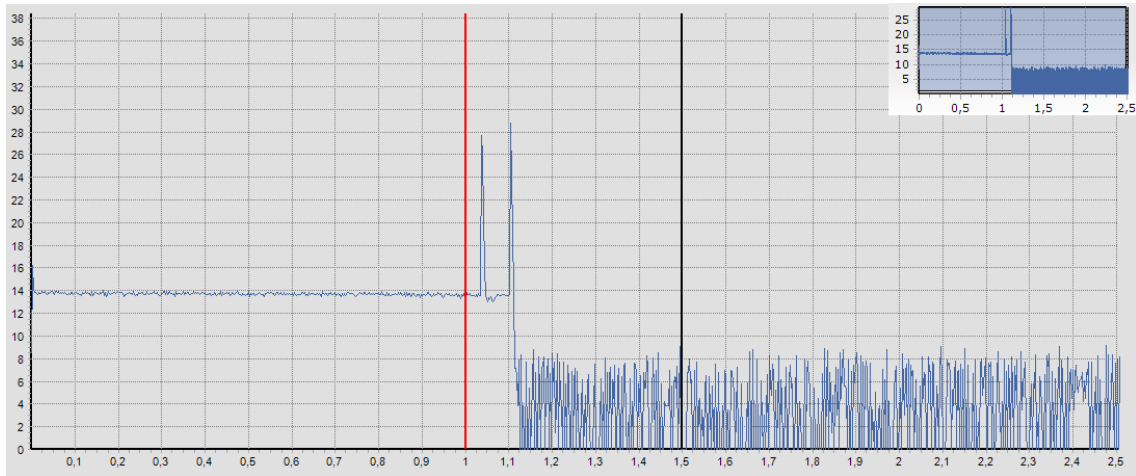


Figura 10 Medición 3

Aquí se obtuvieron 3 eventos: inicio, reflexión y fin de la fibra óptica (ver Fig. 9), mostrando que la distancia es de 1.1009km con reflexión de -43.05 dB y pérdida acumulativa de 0.57 dB.

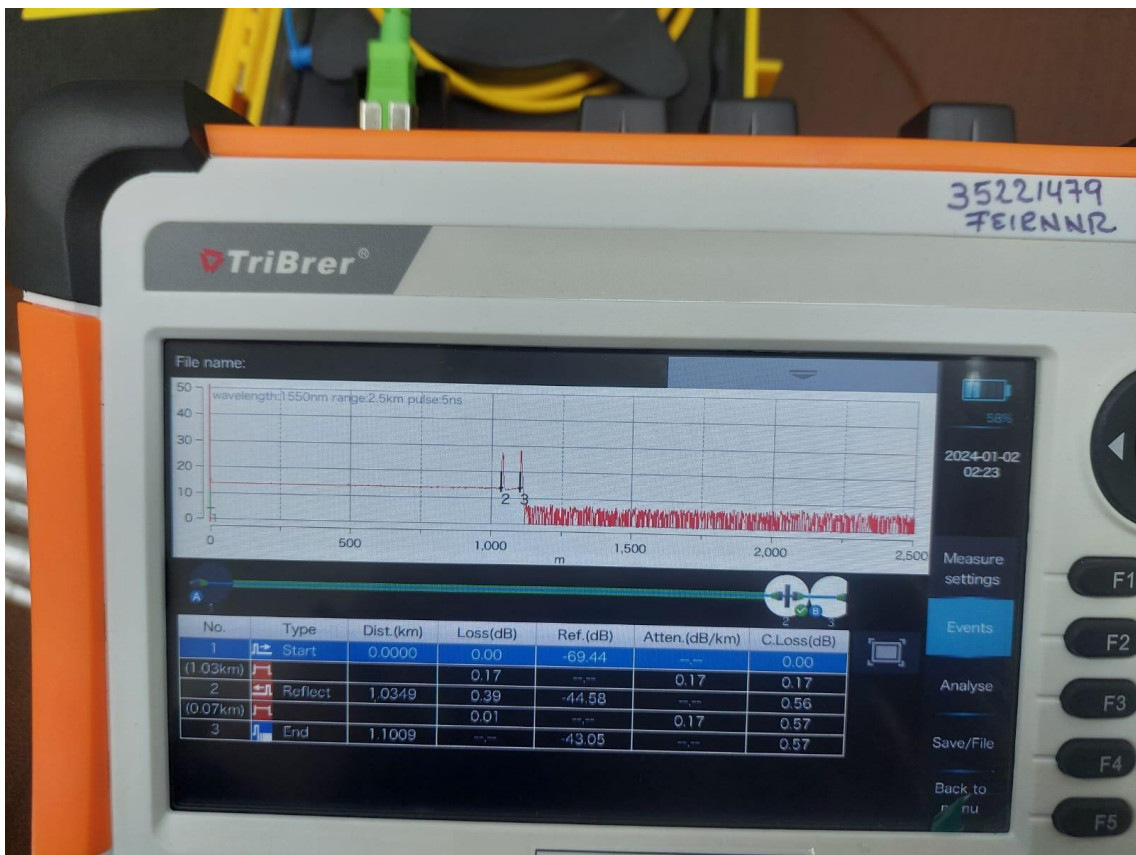


Figura 11 Medición en OTDR

Event No.	Event Type	Distance (km)	Loss (dB)	Return Loss (dB)	Slope (dB/km)	Cumulative Loss (dB)
1	Start	0,000	0,000	--	--	0,000
2	Reflect	1,035	0,388	-44,582	0,168	0,562
3	End	1,101	--	-43,046	0,168	0,573

Figura 12 Eventos del segundo escenario 1550nm en el software

A continuación, se muestra el reporte de la medición.

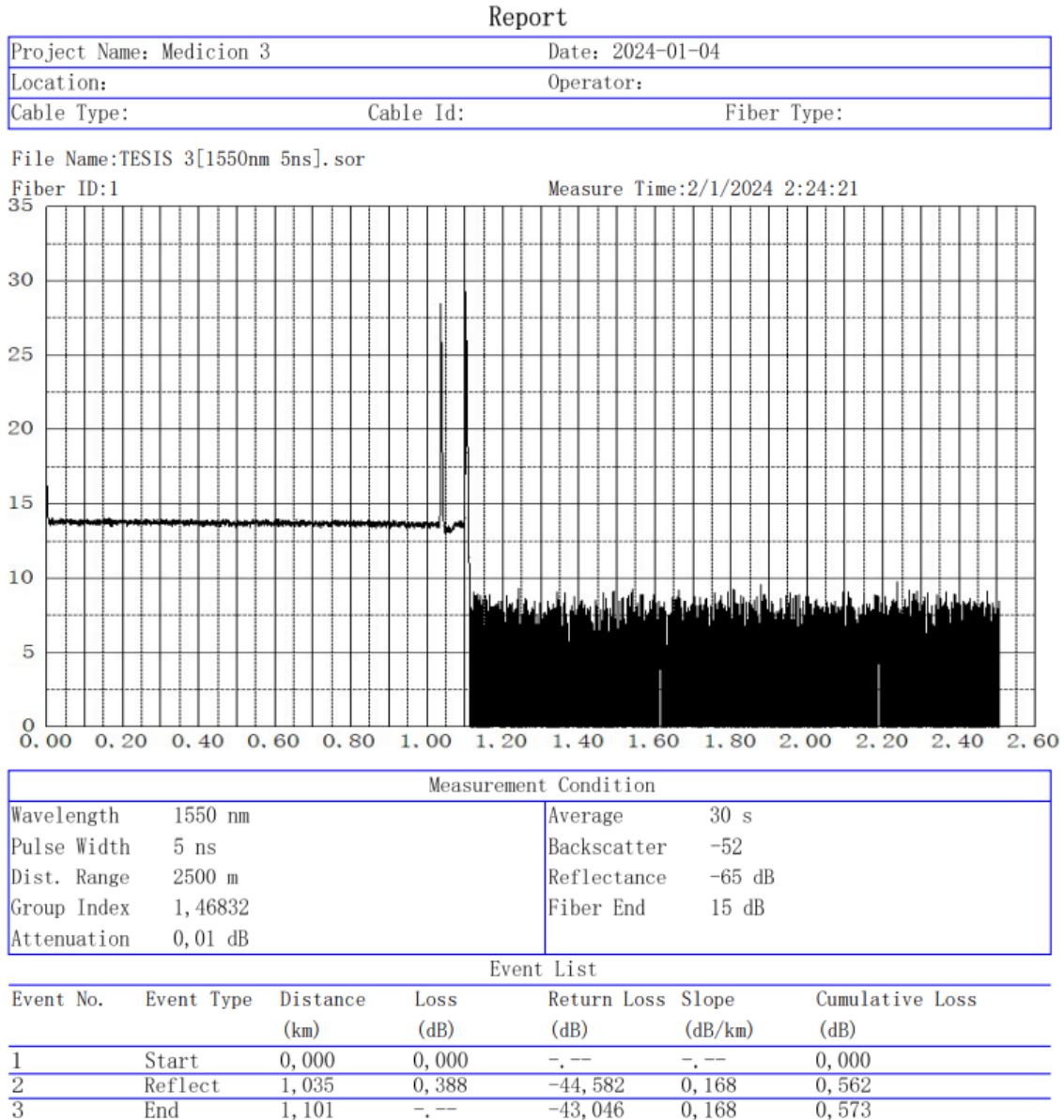


Figura 13 Reporte de la medición 2: Bobina de lanzamiento y rack con longitud de onda 1550nm

## 7. DISCUSIÓN

En la presente práctica se llevaron a cabo los pasos básicos para realizar mediciones de fibra óptica con OTDR: preparación y configuración del equipo OTDR, conexión de fibra óptica, inicio de la medición, análisis de los eventos y reporte por cada medición. Además, se utilizó una bobina de lanzamiento para reducir la zona muerta.

En el primer escenario se realizó la medición de la bobina de lanzamiento con una longitud de onda de 1310 nm, en donde se logró evidenciar 2 eventos: inicio y fin de la fibra óptica. Se obtuvo como resultado de la medición, la distancia de la bobina de 1.0357 km y una pérdida acumulativa de 0.32 dB.

En el segundo escenario se realizaron dos mediciones: la primera con longitud de onda de 1310 nm, y la segunda con longitud de onda de 1550 nm. Se pudo evidenciar 3 eventos en ambas mediciones: inicio, reflexión y fin de la fibra óptica. Como resultado de la primera, se obtuvo que la distancia es de 1.101 km con reflexión de -43.14 dB y una pérdida acumulativa de 0.74 dB. El resultado de la segunda medición muestra que la distancia es de 1.101 km con reflexión de -43.05 dB y una pérdida acumulativa de 0.57 dB.

Las dos mediciones indican una reflexión con una variación mínima, siendo ligeramente menor en la segunda medición. También, se puede observar que la pérdida acumulativa es más baja en la segunda medición, lo que indica que la señal ha sufrido menos atenuación a lo largo de la fibra óptica, en comparación con la primera medición. En el primer escenario, la pérdida acumulativa es de 0.32 dB siendo aún más baja que la segunda medición que es 0.57 dB.

Al comparar las mediciones realizadas versus los resultados que se obtendrían de forma analítica -solamente analizando el esquema de conexión-, se pudo observar que, en el escenario 1 se tendrían 2 eventos, los cuales coinciden con los obtenidos con el OTDR. En el segundo escenario se observa que existen 6 posibles eventos a detectarse; sin embargo, al realizar la medición con el OTDR solo se obtuvieron 3. Esto se debe a que existen 2 fusiones que, al estar bien realizadas, sus pérdidas son mínimas o insignificantes en comparación con otros elementos. También se tiene 1 evento de acoplamiento de conectores, pero al no generar reflexiones significativas, el OTDR no lo detecta,

esto puede deberse a que ambos tienen el mismo pulido APC. En las pruebas realizadas se pudo verificar que, si se acopla un conector APC con un UPC, se va a generar un valor de reflexión alto.

## **8. CONCLUSIONES**

- La práctica permitió comprender los conceptos básicos para el uso del OTDR, en donde en distancias cortas se necesita un ancho de pulso corto; por lo tanto, la zona muerta será menor. Además, permitió adquirir habilidades técnicas en la configuración del equipo.
- La práctica permitió realizar mediciones de fibra óptica con la bobina de lanzamiento para reducir la zona muerta. También, se utilizó el ODF rackeable permitiendo observar eventos reflexivos.
- Se identificaron tres tipos de eventos en las mediciones: el inicio, la reflexión y el final de la fibra óptica. Se observaron picos en las trazas, que indican eventos de reflexión causados por una discontinuidad en el índice de refracción o la presencia de conectores, empalmes mecánicos o empalmes de baja calidad.

## **9. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda verificar las especificaciones técnicas del OTDR, para su correcta manipulación.
- Se recomienda investigar y comprender los tipos de eventos que pueden ocurrir en una fibra óptica.
- Se recomienda que los adaptadores estén bien acoplados al patch cord de fibra óptica, para obtener mediciones precisas.
- Se recomienda acoplar el patch cord al ODF rackeable de manera precisa, caso contrario se tendrá una reflexión alta.

## Anexo 20. Certificación de validación de prácticas



unl

Universidad  
Nacional  
de Loja

Facultad  
de la Energía, las Industrias y los  
**Recursos Naturales No Renovables**  
LABORATORIO DE ANTENAS Y TELECOMUNICACIONES

Loja, 20 de febrero de 2024

Ing. Alba Elizabeth Vargas Naula, Mtr.  
**TÉCNICO DEL LABORATORIO DE ANTENAS Y TELECOMUNICACIONES**

### CERTIFICA:

Que las prácticas propuestas por la Señorita estudiante **STEFANNY PATRICIA CABRERA RIVAS**, con Cédula de Identidad: 1104177884, correspondientes al Trabajo de Titulación: "ACTUALIZACIÓN, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE GUÍAS DE APRENDIZAJE PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE COMUNICACIONES ÓPTICAS EN LA CARRERA DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA"; han sido validadas con éxito en el Laboratorio de Antenas y Telecomunicaciones; demostrando la funcionalidad de las mismas y su potencial aplicación en prácticas estudiantiles.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.

Atentamente,



Ing. Alba Elizabeth Vargas Naula, Mtr.  
**TÉCNICO DEL LABORATORIO DE ANTENAS Y TELECOMUNICACIONES**

Ciudadela Universitaria "Pío Jaramillo Alvarado",  
Sector La Argelia - Loja - Ecuador  
072-54 5689 Ext. 1

**Anexo 21.** Certificación de traducción del resumen

Loja, 25 de febrero de 2024

Lic. Mónica Guicela Jiménez Abad

**DOCENTE DE LA UNIDAD EDUCATIVA “LUIS TUFÍÑO”**

**CERTIFICO:**

Que, desde mi legal saber y entender, como profesional en el área del idioma inglés, he procedido a realizar la traducción del resumen, correspondiente al Trabajo de Integración Curricular denominado **"ACTUALIZACIÓN, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE GUÍAS DE APRENDIZAJE PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE COMUNICACIONES ÓPTICAS EN LA CARRERA DE TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA"**, de la autoría de la Srta. **Stefanny Patricia Cabrera Rivas**, portadora de la cédula de identidad número **1104177884**. Para efectos de traducción se han considerado los lineamientos que corresponden a los procesos de enseñanza aprendizaje, desde un nivel de inglés técnico, como amerita el caso.

Lo certifica en honor a la verdad y autorizo al interesado hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Atentamente,



Lic. Mónica Guicela Jiménez Abad

**DOCENTE DE LA UNIDAD EDUCATIVA “LUIS TUFÍÑO”**

Nro. de registro Senecyt 1008-2016-1695984