



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Práctica Activación de  
servicios de Gigabit Ethernet**

**MATERIAL DIDÁCTICO**

Que para obtener el título de  
**Ingeniera en Telecomunicaciones**

**P R E S E N T A**

Ana Verónica Muñoz Vilchis

**ASESORA DE MATERIAL DIDÁCTICO**

Dra. Selene Pérez García



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019**

Por ser mi espejo y guía en el camino,  
A mis padres  
Fernando y Elizabeth

Por ser mi luz, mi hermana  
Mónica

Por el conocimiento y orientación profesional,  
A la Dra. Selene Pérez García  
Al Ing. Álvaro Marroquín

Con todo cariño,  
A Lupita Pérez

A mis amigos.

# Índice

I. Objetivo General.....	5
II. Objetivos particulares .....	5
III. Introducción.....	6
IV. Antecedentes.....	7
V. Práctica.....	8
1. OBJETIVO GENERAL.....	10
2. OBJETIVOS PARTICULARES .....	10
3. MARCO TEÓRICO.....	11
3.1 Ethernet .....	11
3.2 Perfiles de ancho de banda.....	12
3.3 Criterios de rendimiento.....	13
3.4 Atributos del servicio Ethernet .....	14
3.5 Tipos de Servicio.....	15
3.6 SLA (Services Level Agreement) .....	15
3.7 Estándar RFC 2544.....	16
3.8 Estándar ITU-T.Y.1564 .....	17
3.9 Metodología de prueba de activación del servicio de Gigabit Ethernet .....	19
3.10 Prueba de rampa. ....	19
3.11 Prueba de rendimiento de servicio. ....	21
4. CUESTIONARIO PREVIO .....	21
5. MATERIAL .....	22
6. EXPERIMENTO 1 .....	22
6.1 Objetivos.....	22
6.2 Procedimiento.....	22
7. CONTENIDO DEL INFORME DE LA PRÁCTICA.....	29
8. ANEXO. Reporte de la prueba de rampa y ráfaga.....	29

9. REFERENCIAS .....	37
VI. Evaluación del protocolo.....	38
VII. Análisis de la evaluación del protocolo .....	40
VIII. Anexo I. Tabla de resultados con escala Likert. ....	47
IX. Anexo II. Criterios de rendimiento por servicios. ....	48
X. Conclusiones.....	49
XI. Referencias .....	50

## **I. Objetivo General**

Realizar un protocolo de una práctica de “Activación de servicios de Gigabit Ethernet”, para que el alumno pueda realizar una activación de servicios Gigabit Ethernet, tal como se realiza en el campo laboral.

## **II. Objetivos particulares**

- Aplicar la metodología de activación de servicios de Gigabit Ethernet, conforme a la recomendación ITU-T.Y.1564, para el diseño del manual de la práctica.
- Emplear pruebas del protocolo de la práctica con un grupo piloto, para verificar la funcionalidad del protocolo y que se cumplan con los objetivos de la misma.
- Formular una encuesta de evaluación para medir los indicadores de actitud que tiene el alumno hacia la práctica.
- Analizar los resultados de la encuesta para obtener los puntos positivos y negativos del manual.
- Mejorar el manual en base a los puntos negativos que proyectó la encuesta, para optimizar la práctica.

### III. Introducción

Las redes de comunicaciones ópticas, día a día están en constante evolución, por tanto, es importante que los alumnos de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones conozcan los servicios que se ofertan hoy en día en la industria, así como la activación que se realiza al entregar un servicio de comunicaciones ópticas. Con la finalidad de que el alumno cuente con este conocimiento, se desarrolla un protocolo de la práctica de “Activación de Servicios de Gigabit Ethernet”, que pertenece a la actualización del laboratorio de sistemas de comunicaciones ópticas de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería, en ella se establecieron los objetivos principales que se van a cumplir, el marco teórico, es decir, los principales conceptos que requiere el alumno para poder realizar la práctica, un cuestionario previo, para que el alumno se vaya familiarizando con las actividades de la práctica, además se propondrá el material y los experimentos que realizará el alumno, con la finalidad de que el alumno pueda realizar una activación de servicios en el campo laboral.

Asimismo, se realizaron pruebas de la práctica con un grupo piloto de la materia de sistemas de comunicaciones ópticas y se midieron los indicadores para verificar que se cumplen con los objetivos de la práctica, el objetivo del protocolo es que el alumno comprenda la metodología necesaria para poder realizar una activación de servicios gigabit ethernet, además de que sea capaz de manejar el equipo y pueda realizar la práctica conforme al manual, generando un reporte con el análisis de resultados obtenidos en la práctica.

Se evaluaron los indicadores generados mediante una encuesta basada en la escala de Likert, midiendo el nivel de actitud que tienen los alumnos con respecto a una serie de oraciones, evaluando principalmente el manual, en torno a distintos parámetros como objetivos de la práctica, los conocimientos previos del alumno, el equipamiento del laboratorio, la realización del experimento, los resultados que el alumno debe de llegar al concluir la práctica, además de verificar el aprendizaje que tuvieron los alumnos una vez realizada la práctica. Posteriormente se realizó un promedio por pregunta y por alumno, para detectar las deficiencias que pudiera tener el manual y realizar las mejoras necesarias sobre el mismo.

## **IV. Antecedentes**

Con la Reforma de Telecomunicaciones de 2014 en México [1], se logró uno de los ejes principales, la promoción de la competencia a favor de los usuarios y en contra de los monopolios, dando paso, a la inversión extranjera con compañías globales para el servicio de telecomunicaciones y la apertura del mercado para nuevos operadores, permitiendo alcanzar servicios con mejores niveles de calidad a un precio justo, en base a esta Reforma se generó uno de los proyectos más grandes en materia de telecomunicaciones del país, la Red Compartida de servicios de telecomunicaciones. De acuerdo con el artículo décimo sexto transitorio establece que el Ejecutivo Federal, deberá instalar una red compartida de servicios de telecomunicaciones al mayoreo que impulse el acceso de la población a la banda ancha y a otros servicios de telecomunicaciones [2]. El funcionamiento de la red estará compuesto por dos partes, una red inalámbrica que usará la banda de 700 MHz y una red alámbrica, que aprovechará dos hilos de la red troncal de fibra óptica de la Comisión Federal de Electricidad, que suman unos 30,000 kilómetros de tendido.

En marzo de 2018, con base al censo del INEGI 2010, la cobertura poblacional de la Red Compartida abarca un total del 32.2%, para enero de 2020 se prevé que suba al 50%, para el 2021 a un 70%, para el 2022 un 85%, para el 2023 un 88.6% y para 2024 un 92.2% por total de población, incluyendo la población rural y los 111 Pueblos Mágicos. [3]

Uno de los principales beneficios que se obtuvo con la red compartida fue el impulsar a operadores de telecomunicaciones a participar en este proyecto, el Consorcio Altán, ganó el contrato para construir, operar y actualizar durante 20 años el proyecto de la red, sin embargo, otros operadores de comunicaciones están involucrados debido a la magnitud del proyecto. Entre los operadores de comunicaciones más importante en nuestro país destacan Axtel, Izzi, Megacable, Telnor, Telmex, Totalplay, los cuales, al momento de ofrecer un servicio de comunicaciones, ya sea del tipo de voz, datos, comercio en línea, transferencias bancarias, videojuegos, entre otros, se requiere de un acuerdo de nivel de servicio, en el que se establecen los parámetros técnicos acordados entre el proveedor y el cliente, una vez acordados estos criterios, se debe validar que el servicio que se entrega se cumpla correctamente, por lo que surgió una recomendación de la ITU (International Telecommunication Union) Y.1564 que sugiere una metodología para la activación de servicios de Gigabit Ethernet.

Con la apertura de operadores que surgió del proyecto de la red compartida en México, se genera un gran número de contrataciones de servicios, requiriendo realizar activación de ellos, por lo que es importante que los alumnos de telecomunicaciones, conozcan y sean capaces de poder realizar una activación de servicios en el campo laboral.

## **V. Práctica**

### **PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE LA ASIGNATURA SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS**

**PRÁCTICA:**

### **ACTIVACIÓN DE SERVICIOS DE GIGABIT ETHERNET**

**RESPONSABLES:**

**Dra. Selene Pérez García,  
Ing. Álvaro Alejandro Marroquín Mora,  
Dra. María Del Carmen López Bautista.**

**AUTORES:**

**Dra. Selene Pérez García,  
Ing. Ana Verónica Muñoz Vilchis.**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

## CONTENIDO

### PRÁCTICA: ACTIVACIÓN DE SERVICIOS DE GIGBIT ETHERNET

1. Objetivo general
2. Objetivos particulares
3. Marco teórico
4. Cuestionario previo
5. Material
6. Experimento 1
  - 6.1 Objetivo
  - 6.2 Procedimiento
7. Contenido del reporte
8. Anexo
9. Referencias

## **Práctica:**

# **ACTIVACIÓN DE SERVICIOS EN GIGABIT ETHERNET**

## **1. OBJETIVO GENERAL**

Con la realización de esta práctica, se espera que el alumno:

- Conozca los parámetros que define un servicio ofrecido a un flujo de tráfico de una red, para que realice una activación de servicios Ethernet, mediante el estándar ITU-T.Y.1564.

## **2. OBJETIVOS PARTICULARES**

El alumno:

- Aprenderá el manejo adecuado del equipo especializado necesario para llevar a cabo una activación de servicios Ethernet.
- Aprenderá sobre el acuerdo de nivel de servicio (SLA), para que pueda utilizarlo al momento de proveer o consumir un servicio Ethernet.
- Conocerá la recomendación ITU-T.Y.1564, para poder comprender y aplicar la metodología requerida en la activación de servicios Gigabit Ethernet.
- Distinguirá los atributos del servicio Ethernet, para evaluarlos al realizar la activación del servicio.
- Empleará la metodología de activación de servicios Gigabit Ethernet, para conocer el uso, manejo y configuración del equipo.
- Realizará un reporte, analizando los resultados obtenidos en las pruebas, para que decida el estado del servicio.

### 3. MARCO TEÓRICO

Las redes de telecomunicaciones han evolucionado a lo largo del tiempo de acuerdo al tipo de servicios que se requiere transportar, hoy en día existen tecnologías como Gigabit Ethernet que permiten alcanzar altas tasas de transmisión que pueden soportar nuevas aplicaciones, en base a ello, se tuvo la necesidad de establecer recomendaciones basadas en el estudio de estas nuevas tecnologías para validar el rendimiento de transporte de los servicios. En primera instancia, para activar los servicios, se estableció en el estándar RFC 2544, sin embargo, este estándar no permite cuantificar parámetros definidos por un SLA (Services Level Agreement), por ende, se creó la recomendación ITU-T.Y.1564 que está basada en la metodología de prueba de activación de servicio ethernet.

#### 3.1 Ethernet

La tecnología Ethernet fue diseñada para transportar a mayores tasas binarias entre dispositivos de un mismo entorno, lo que se conoce como una red de área amplia WAN (Wide Area Network) [1], posteriormente surgió el estándar Gigabit Ethernet (GbE), que hoy en día es común en redes metropolitanas.

Gigabit Ethernet se basa en el estándar de la IEEE820.3, al igual que los estándares existentes de Ethernet, especifica el funcionamiento dentro de la capa 1 y 2 (física y enlace de datos) del modelo OSI. La capa física de Ethernet está dividida en tres capas: [2]

- PMD (Physical Medium Dependent): es el medio dependiente físico, ésta se encarga de realizar la conexión física y señalización al medio [3].
- PCS (Physical Coding Sublayer): es la subcapa física de codificación, en el que contiene un codificador y un multiplexor [3].
- PMA (Physical Medium Attachment): es el medio físico anexo, el cual, provee de un medio independiente a la subcapa PCS para soportar diferentes medios físicos con bits orientados en forma secuencial [3].

Una ventaja que tiene Ethernet es la capacidad de correr múltiples protocolos de diferentes aplicaciones al mismo tiempo, en el medio físico [4], además es una tecnología compatible en el mercado ya que se puede conectar con cable coaxial, par trenzado, fibra óptica [2].

### 3.2 Perfiles de ancho de banda

Orientado al tráfico del cliente, se puede clasificar en tres perfiles de ancho de banda, a cada uno de estos les corresponde un color diferente.

- **CIR (Committed Information)**. Tráfico verde. Es la tasa de información comprometida por el proveedor de servicios, es decir, es el ancho de banda que siempre está garantizado para un servicio específico, cumpliendo con el nivel de rendimiento garantizado en el SLA.
- **EIR (Excess Information Rate)**. Tráfico amarillo. Es la tasa de información en exceso, es decir, es el ancho de banda con el mejor esfuerzo, en donde el proveedor de servicios se compromete a su correcta entrega siempre y cuando sea posible y la red no esté congestionada [1]. Los KPIs no están garantizados. Los KPIs (Key Performance Indicators) son características específicas que indican el rendimiento mínimo del tráfico, los indicadores típicos son el ancho de banda, retardo de tramas (latencia), pérdida de tramas, y variación de retardo de tramas [2].
- **Tráfico descartado**. Tráfico rojo. Es el tráfico por encima del EIR y que no puede ser transmitido sin descartar otros servicios, es decir, es destruido [1].

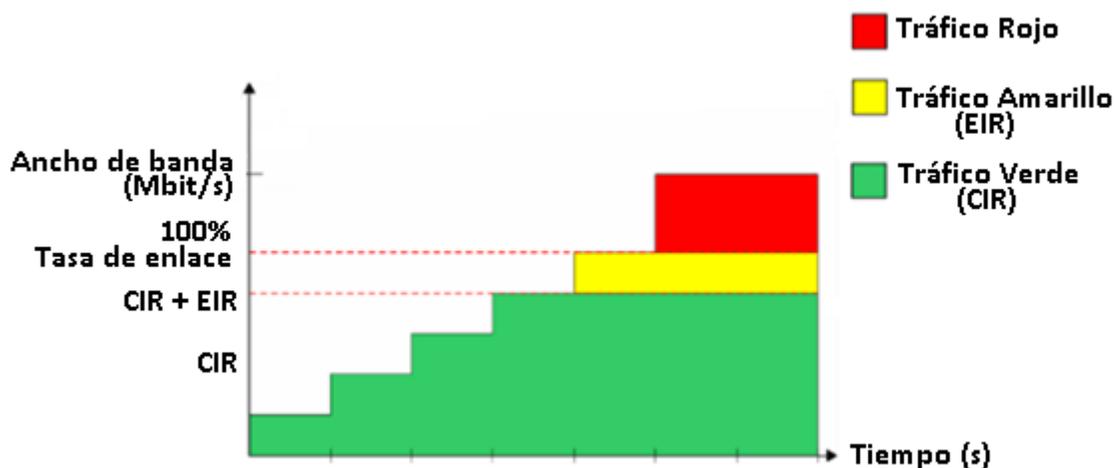


Figura 3.1. Perfiles de ancho de banda [5].

Dependiendo de los servicios que brinda el proveedor, hay tráfico coloreado y sin color, según el estándar MEF 10.2 Phase 2 (Metro Ethernet Forum). El tráfico coloreado tiene el etiquetado CoS

(Clase de Servicio) de las tramas al definir las como CIR y EIR para posteriormente implementar la política de calidad de red. A su vez, el tráfico sin color es cuando el proveedor de servicios no tiene el etiquetado CoS y solo ofrece un tipo de servicio [1]. CoS es un esquema que proporciona un método de asignar etiquetas a los paquetes relacionados con la prioridad (Estándar 802.11 p)

Otros parámetros del perfil de ancho de banda son el CBS (Committed Burst Size) y el EBS (Excess Burst Size), que sirven para saber cuál es el comportamiento que se tiene en relación con los diferentes tipos de tráfico ofrecidos y los múltiples usuarios que varían dependiendo del perfil del throughput [1]. El throughput es el número total de paquetes entregados durante el tiempo total de simulación.

- **CBS** (Committed Burst Size): es tamaño de ráfaga comprometida, es decir, es el número máximo de tramas consecutivas en Bytes que está garantizado a enviar en tiempo determinado. El CBS y el CIR están relacionadas de manera directa.
- **EBS** (Excess Burst Size): es el límite máximo de paquetes capaz de ser enviado con un mínimo IFG (Inter Frame Gap – Tiempo entre tramas) a una tasa de línea de interfaz menor al EIR, es decir, es el número máximo de tramas consecutivas en Bytes por encima del CBS, lo que implica que las tramas enviadas serán en Best Effort, con el mejor esfuerzo, pero no garantiza la entrega de todos los paquetes enviados [6].

### 3.3 Criterios de rendimiento

- **FTD** (Frame Transfer Delay): también se le conoce como latencia, es el retardo de transferencia de trama, definido como el tiempo máximo que las tramas pueden tardar desde el origen al destino [6].
- **FDV** (Frame Delay Variation): es la variación del retardo de trama o el jitter máximo permitido, es importante para transmisión de voz y video [6].
- **FLR** (Frame Loss Ratio): es el porcentaje máximo de tramas perdidas del total transmitidas [6].
- **Avail** (Availability): es el porcentaje de la disponibilidad mínima del servicio que aún cumple con el SLA (Services Level Agreement) [6].

### 3.4 Atributos del servicio Ethernet

Un servicio de línea privada de Ethernet EPL (Ethernet Private Line), es un servicio punto a punto entre dos sitios del cliente, como se ilustra en la Figura 1.1, este servicio proporciona a través de redes de capa de servidor orientadas a la conexión con un determinado CIR.

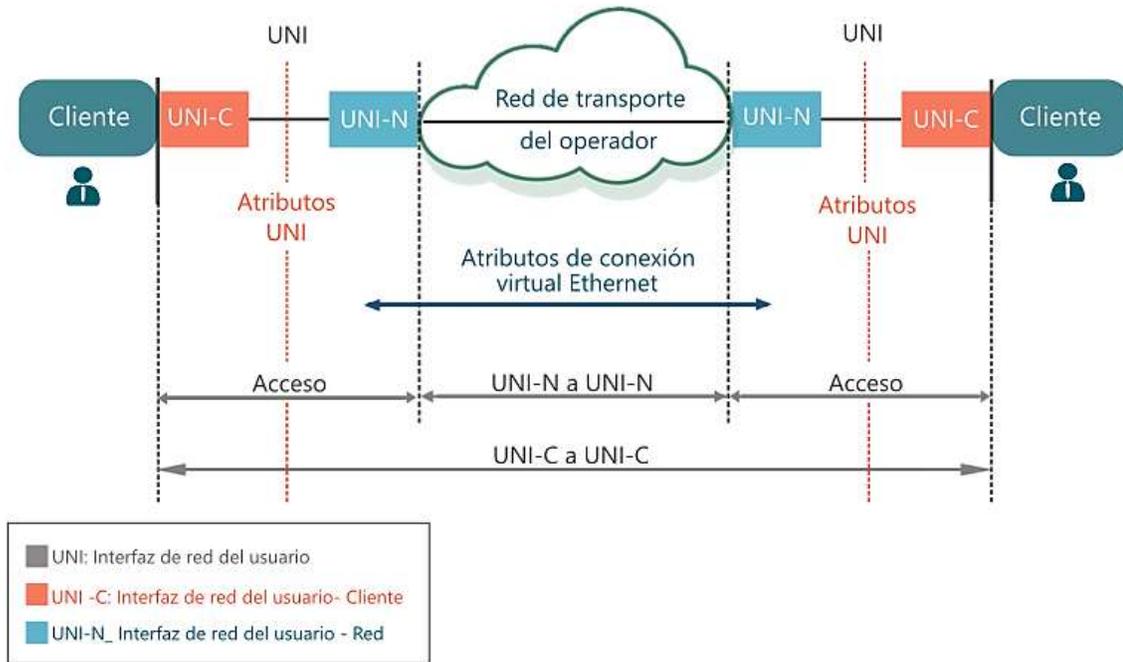


Figura 3.2. Áreas del proveedor del servicio Ethernet [5].

En los extremos, seguidos del equipo que se conecta al cliente, se tiene la conexión de la interfaz de red del usuario en la parte del cliente UNI-C (User Network Interface- Customer) con la interfaz de red del usuario en la parte de la red UNI-N (User Network Interface- Network) entre estos dos elementos se deben de cumplir con los atributos propios de la UNI, algunos de ellos son [5]:

- Tipo de conexión.
- Calidad de Servicio QoS (incluida la información de red de área local virtual (VLAN)), tipo de tráfico, etc.
- Perfil de ancho de banda: CIR, EIR, EBS, CBS
- Criterios de rendimiento: FTD, FDV, FLR, disponibilidad.

### 3.5 Tipos de Servicio

Debido que los servicios se fueron diversificando en áreas donde se requieren servicios de telefonía y voz sobre IP, VoD (Video bajo demanda), la baja latencia y el jitter son factores para dar una calidad aceptable, por ende, los proveedores de servicio deben empaquetar estos datos en diferentes ofertas de servicio, proporcionando al cliente, diferentes prioridades, permitiendo tener más flexibilidad para el diseño de red y ofrecer diferentes modelos de servicio. [1]. Las prioridades de tráfico están sujetas a la perspectiva del cliente, sin embargo, el tráfico se divide en tres grupos: datos, voz y video, donde se tiene una diferencia entre la prioridad, latencia y ancho de banda.

Tabla3 . 1 Tipos de tráfico [1].

	<b>Prioridad</b>	<b>Latencia</b>	<b>Tamaño de trama</b>	<b>Requerimiento de ancho de banda</b>
<b>Datos</b>	Baja	Media	Variable	Variable
<b>Voz</b>	Alta	Baja	Pequeña	Pequeña
<b>Video</b>	Muy alta	Muy baja	Variable	Medio

### 3.6 SLA (Services Level Agreement)

Para garantizar que un servicio cumpla con todos los requerimientos que se acuerda entre el proveedor de servicio y el cliente, es necesario tener un contrato al que se le conoce como Acuerdo de Nivel de Servicio, el cual contiene especificaciones técnicas detalladas llamadas Especificaciones de Nivel de Servicio (SLS Service Level Specifications) [7]. Un SLS es un conjunto de parámetros que definen el servicio ofrecido a un flujo de tráfico de una red.

En la actualidad no se han definido estándares para los contenidos de un SLS [7], sin embargo, cada proveedor de servicios se encarga de definir sus SLAs de acuerdo a las necesidades del cliente. En este acuerdo se puede especificar un conjunto de parámetros de calidad como la disponibilidad, o de carácter organizacional como el tiempo de notificación. También en un SLA se puede definir reducciones en las tarifas y descuentos que se aplican cuando un proveedor no cumple con los parámetros de servicio deseados o no cumple con el acuerdo [2].

Para la activación de servicios en Gigabit Ethernet, es necesario entender los siguientes conceptos, ya que, a partir de ellos, se establecerá el SLA entre el proveedor y el cliente.

El tráfico según la definición de la publicación de la ITU-T E.600 es “el proceso de llegadas y liberaciones de las demandas de los órganos de una red” [8], en otras palabras, es la generación de elementos que se procesa en un sistema (llamadas, paquetes)

### 3.7 Estándar RFC 2544

La tecnología de transporte de gigabit ethernet en un principio requería de una metodología de pruebas que permitiera proporcionar al cliente resultados cuantificables del servicio, para ello, se basaron en el estándar RFC 2544, que era en su época el más similar a las necesidades.

El estándar RFC 2544 define 6 pruebas [2].

1. Prueba de rendimiento total (capacidad): mide la tasa máxima de la trama que el dispositivo puede procesar sin pérdidas.
2. Prueba de latencia: mide el tiempo que tarda el dispositivo para procesar las tramas.
3. Prueba de tasa de pérdida de trama: mide el porcentaje de tramas perdidas por el dispositivo con una carga constante.
4. Prueba de tramas punta a punta: mide la habilidad del dispositivo bajo prueba de procesar un aumento repentino de tramas.
5. Pruebas de recuperación de sistema: se encarga de medir la velocidad a la que un dispositivo se recupera de una condición de sobrecarga.
6. Prueba de reinicio (reset): mide el tiempo tomado para que el dispositivo reinicie la transmisión de tramas después de un reinicio del equipo.

La metodología de pruebas basada en la RFC 2544 se diseñó para encontrar un solo elemento sobre diferentes situaciones de test como el throughput, pérdida de paquetes, latencia, system recovery y reset [1], sin embargo, no permite distinguir el tráfico por QoS y ni tampoco puede obtener resultados contrastables con los parámetros definidos en un SLA, ya que no mide los mismos parámetros KPI [5].

Otro inconveniente que se tiene con esta metodología es que estas no pueden ser llevadas a cabo en una línea de servicio, ya que interfiere con el tráfico de los clientes, ocasionando una interrupción en el servicio y en resultados erróneos para la prueba [4]. Debido a que esta metodología no cumple con los KPIs, surgió la necesidad de una nueva metodología basada en el estándar ITU-T.Y.1564.

### 3.8 Estándar ITU-T.Y.1564

Las pruebas del estándar RFC 2544 se realizaban durante la instalación y activación de los servicios, sin embargo, a la llegada de tecnologías como Ethernet y la creciente necesidad de tener diferentes servicios, se creó la necesidad de adoptar un nuevo estándar, este fue el de la recomendación ITU-T.Y.1564 “Metodología de prueba de activación de servicio ethernet”.

Una de las ventajas que se tiene con el estándar ITU-T.Y.1564 es que permite introducir información sobre el SAC (Service Acceptance Criteria), que es el criterio de aceptación del servicio, está basado en un subconjunto del SLA. Una vez que se introduce la información SAC al comienzo de la prueba, anteriormente se debe posibilitar el configurar un criterio simple de pasa/falla, para simplificar los resultados y los puntos críticos [1].

La metodología de activación de servicio se puede dividir en dos fases, la primera es la configuración de la red o prueba de rampa cuyo objetivo de ésta es validar la configuración de la red en cada servicio definido como tipo de tráfico, QoS, FTD, FDV y FLR, esta prueba tiene duración muy corta, aproximadamente 1 minuto por servicio [4]. La segunda fase es la prueba de servicios, cuyo objetivo es validar la calidad de servicio y comprobar que cumpla con los SLA comprometidos [4].

Se puede realizar la prueba de dos maneras, bidireccional y loopback, de acuerdo a la forma de conectar los equipos, ambas pruebas utilizan equipos analizadores de comunicaciones Gigabit Ethernet óptico, con módulo SAM (Service Activation Methodology), que es el software configurado con la recomendación ITU-T.Y.1564, para realizar la metodología de activación de servicios.

La forma bidireccional, se conectan los dos analizadores de comunicaciones Gigabit Ethernet con módulo SAM a cada extremo de la red, un analizador funcionará como transmisor de paquetes de pruebas y el otro como receptor analizando el tráfico, de manera que de los resultados serán independientes para cada dirección de prueba por cada servicio [4]. Esta configuración tiene la ventaja de que puede reconocer todos los errores de configuración de red.

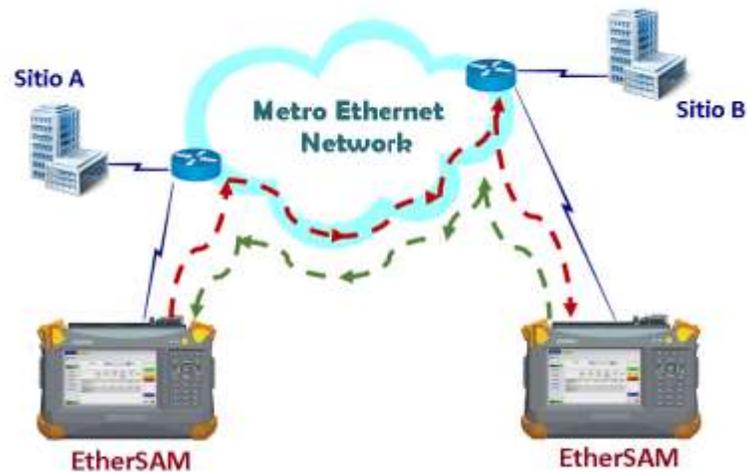


Figura 3.3. Conexión de dispositivos para la prueba de forma bidireccional [4].

La forma loopback, se tiene un analizador de comunicaciones Gigabit Ethernet con módulo SAM y un equipo loopback conectados a dos extremos de la red, de manera que el analizador envía los paquetes de prueba y al llegar al otro extremo de la red, el equipo loopback reenvía los paquetes, para realizar todo el recorrido de la red, llegando al equipo con módulo SAM que obtendrá y analizará el tráfico de la red. Esta configuración es más sencilla, aunque percibe menos características de la configuración propia red, sin embargo, comparada con la prueba bidireccional, el uso de dos analizadores de comunicaciones Gigabit Ethernet en el campo laboral es más costoso, por lo que en esta práctica se propone esta implementación.

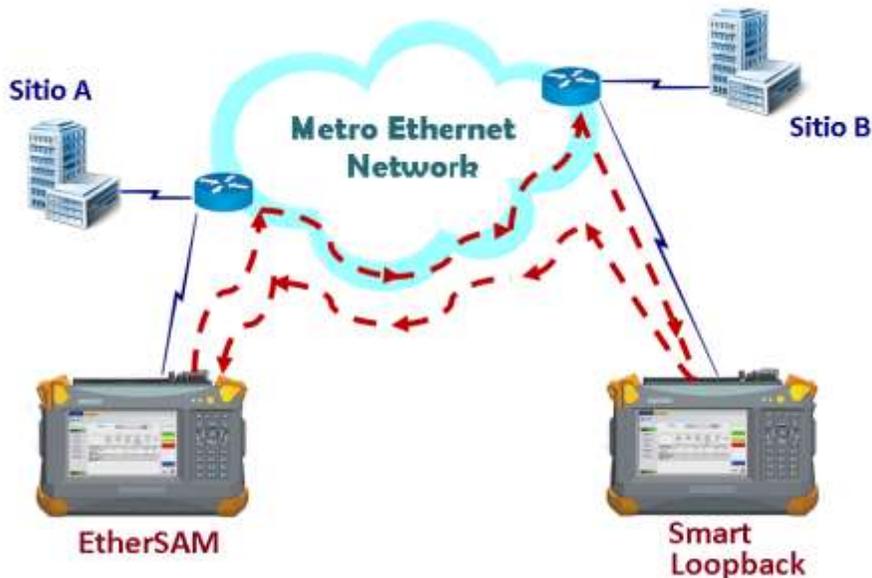


Figura 3.4. Conexión de dispositivos para la prueba de forma loopback [4].

### 3.9 Metodología de prueba de activación del servicio de Gigabit Ethernet

La metodología para la activación de servicios de Gigabit Ethernet, consta de dos tipos de pruebas, en la prueba de rampa se configuran los servicios, generando una rampa de tráfico de manera secuencial por cada uno de los servicios, por otra parte, en la prueba de ráfaga se mide al mismo tiempo todos los servicios, simulando el peor de los escenarios cuando todos los servicios generan tráfico al mismo tiempo.

- Prueba de rampa o prueba de configuración de servicio.
- Prueba de ráfaga de rendimiento de servicio.



Figura 3. 5. Metodología de prueba de activación de servicios Ethernet.

### 3.10 Prueba de rampa.

Para la prueba de configuración de servicio o la prueba de rampa se llevan a cabo los siguientes pasos:

1. Para cada servicio se genera una rampa de tráfico de manera secuencial de abajo hacia arriba, de tal manera que primero van los servicios del CIR, seguidos los del EIR y finalmente los del tráfico descarta que están por encima del EIR, tal como se observa en la figura 1.6. Se establece un intervalo de tiempo entre cada servicio [2].
2. Se define el tiempo de prueba, aproximadamente es un minuto por servicio.
3. Se verifica que el CIR y el EIR estén bien configurados [2].
4. Finalmente se verifican todos los parámetros SLA en cada rampa (Umbrales pasa/falla para cada parámetro) [2].

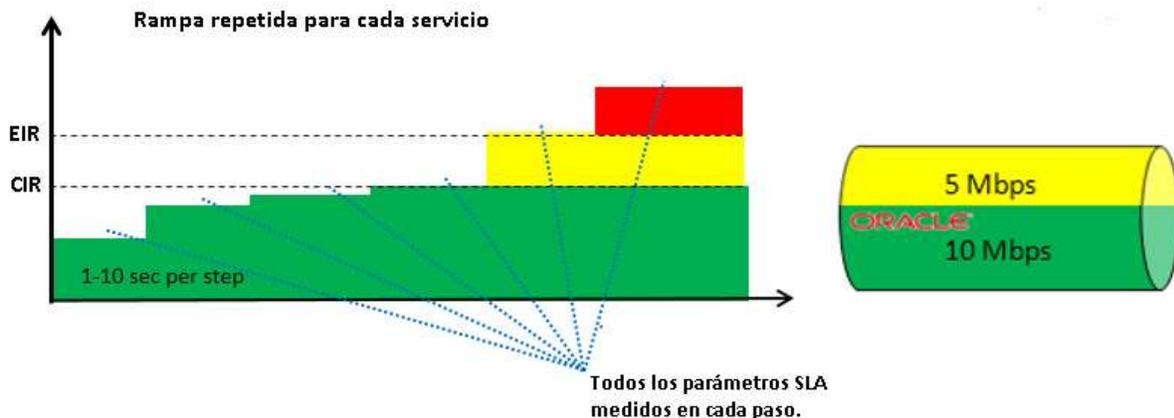


Figura 3.6. Prueba de activación de servicio [2].

Criterios para determinar si el servicio cumple con los criterios SLA o no.

- Cualquier throughput recibido que se exceda al EIR, indica que el servicio no está configurado correctamente.

Prueba aprobada:

- La tasa recibida es mayor o igual al CIR hasta el EIR.
- $CIR \leq \text{Tasa recibida} \leq EIR$

Prueba no aprobada (error):

- Tasa recibida es menor que el CIR o mayor que el EIR.

### 3.11 Prueba de rendimiento de servicio.

Para las pruebas de rendimiento de servicio o prueba de ráfaga (burst) se realizan los siguientes pasos:

1. Se generan todos los servicios al mismo tiempo al nivel CIR y mide todos los parámetros SLA simultáneamente (FDV, FLR, FTD, Avail). Véase la Figura 1.7 [2].
2. Umbrales Pasa/Falla para cada parámetro en cada dirección [2].
3. Se define el tiempo de prueba, lo sugerido es de 2 horas, sin embargo, depende del cliente, el tiempo mínimo es de 2 minutos, pero puede ser escalado a tiempos muy largos como de 24 horas [2], que se realizan por lo general en redes de múltiples operadores.

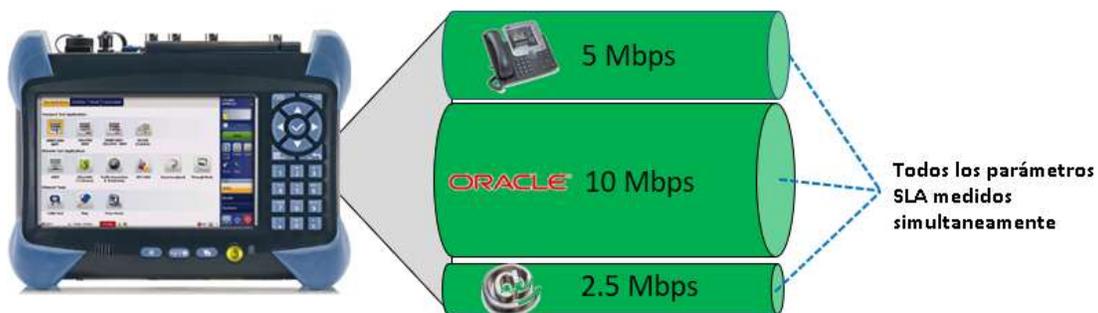


Figura 3.7. Prueba de prestaciones de servicio con un equipo EtherSAM [2].

## 4. CUESTIONARIO PREVIO

1. De acuerdo con el estándar ITU-T.Y.1564, investigar los parámetros del SLA (FLR, FTD, FTV y disponibilidad) de un servicio de videoconferencia.
2. De acuerdo con el estándar ITU-T.Y.1564, investigar los parámetros del SLA (FLR, FTD, FTV y disponibilidad) de un servicio de VoIP.

3. De acuerdo con el estándar ITU-T.Y.1564, investigar los parámetros del SLA (FLR, FTD, FTV y disponibilidad) de un servicio de gaming interactivo.
4. De acuerdo con el estándar ITU-T.Y.1564, investigar los parámetros del SLA (FLR, FTD, FTV y disponibilidad) de un servicio de trading financiero.

## 5. MATERIAL

- 1 Analizador de Comunicaciones Gigabit Ethernet óptico.
- 1 Equipo Smart Loopback.
- Transceptores ópticos (solo cuando se utiliza fibra óptica).
- Fibra óptica o cable Ethernet.
- USB.

## 6. EXPERIMENTO 1

### 6.1 Objetivos

- Utilizando un cable Ethernet, simulando una red de transporte del operador, realizar una prueba de rampa y de ráfaga de activación de servicio Ethernet con configuración loopback, identificando los parámetros de SLA, en tres tipos de servicio: tiempo real, datos de alta prioridad y datos con el mejor esfuerzo (Internet)
- Obtener un reporte de activación de servicio y verificar que los tres servicios cumplen o no con el SLA.

### 6.2 Procedimiento

1. Identificar los equipos. El equipo con el módulo Ethernet SAM, se configurará para tener los parámetros SLA y realizar la prueba. Y el equipo Smart loopback, permitirá que los resultados viajen de ida y vuelta.

### Smart Loopback

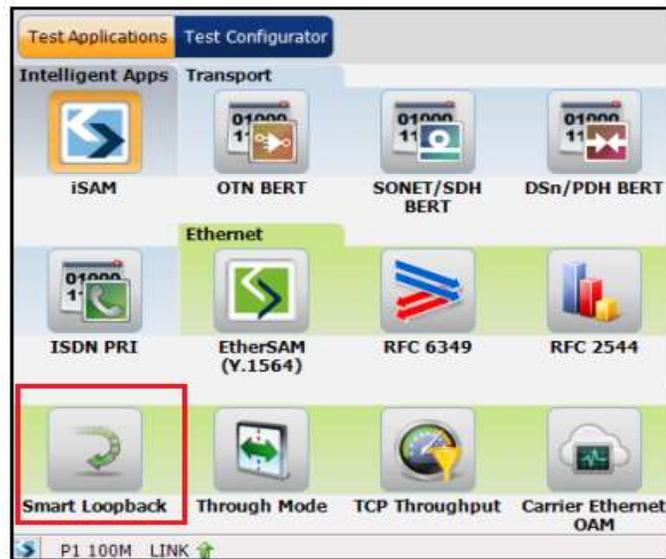


Figura 6.1. Configuración inicial del equipo Smart Loopback.

### EtherSAM (Y.1564)

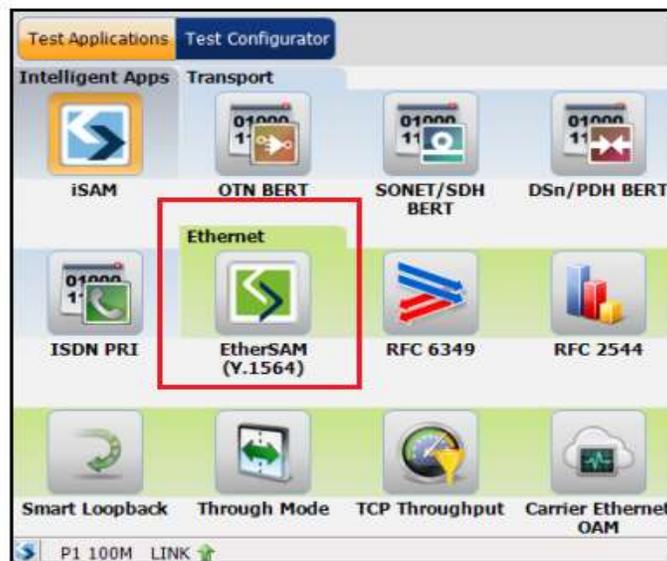


Figura 6.2. Configuración inicial del equipo Ethernet SAM.

2. En caso de tener acceso a una red, conectar el cable Ethernet o fibra óptica en los extremos de la red, para conectarlos a ambos equipos, respectivamente. Si no se cuenta

con el acceso, conectar el cable ethernet (simulando que éste fuese una red) a los equipos, ambos deben de conectarse por el Puerto 1.



Figura 6.3. Diagrama de conexión del experimento 1.

3. Identificar la dirección IP y MAC, de cada equipo.

3.1. En el equipo Smart Loopback identificar su dirección IP.

3.2. En el equipo Ethernet SAM, en el menú principal, seleccionar la opción Port 1 "10/100/1000M Electrical" y modificar la dirección IP y máscara de subnet, para que se encuentre en el mismo segmento de red que el equipo Smart Loopback.

Dirección IP del equipo Smart Loopback: 10.10.84.25

Dirección IP del equipo Ethernet SAM propuesta: 10.10.84.24

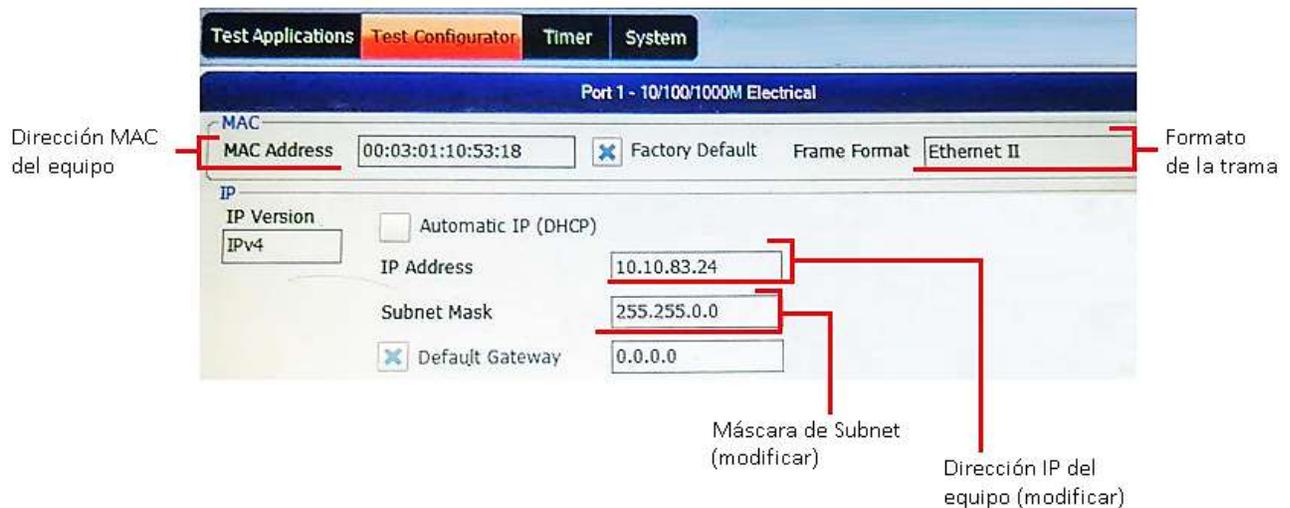


Figura 6.4. Captura del equipo EtherSAM, configuración de dirección IP.

4. En el equipo Smart Loopback, seleccionar "Start", que se encuentra en el menú principal en la parte inferior, para que pueda reconocer el equipo EtherSAM.
5. Realizar un ping para la verificación de conexión. En el equipo EtherSAM, en el panel del lado derecho, seleccionar la opción de "Functions" y elegir la opción de "Ping & Trance Route". De manera predeterminada se mostrarán las IPs de destino y origen, en caso de que no sean las mismas que se configuraron anteriormente, cambiar las direcciones IPs por las correctas. Seleccionar la opción de Ping, en la parte inferior se mostrarán los resultados y estadísticas de éste.
6. En el equipo Ethernet SAM, en el menú principal "Test Configurator", en el cuadro de "10/100/1000M Electrical" verificar que el link entre puertos esté en "Up", en caso contrario comprobar las direcciones IPs de los dispositivos.
7. El menú principal del equipo EtherSAM, se divide en 3 módulos a configurar, el primero ya se configuró anteriormente y se verificó que el link esté "up" con la IP seleccionada, el segundo, se refiere a la configuración de los servicios y el tercero a la configuración de pruebas. Se seleccionará la segunda sección, referente a los servicios.

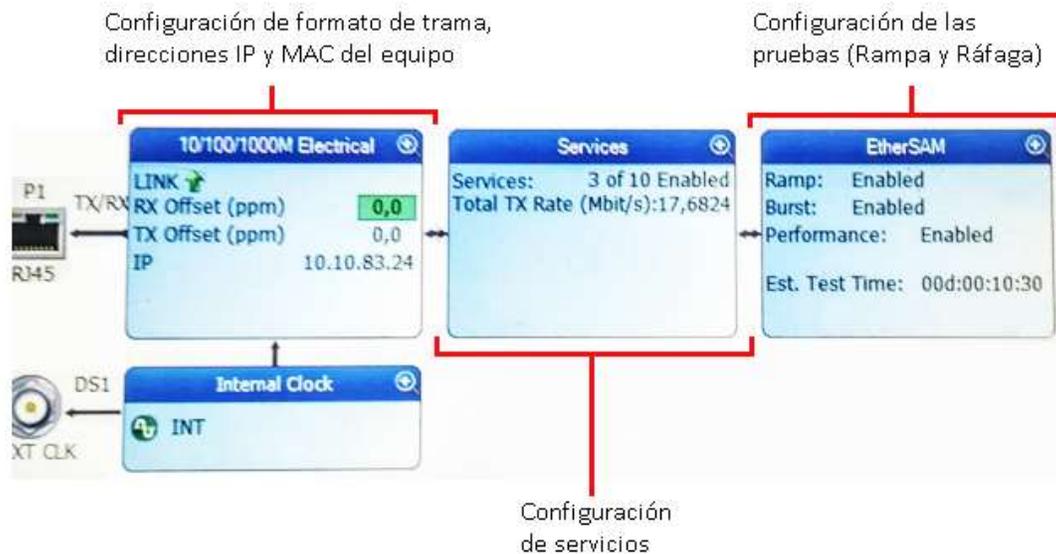


Figura 6.5. Captura del equipo EtherSAM, menú principal.

- En la sección de Perfil, configurar los servicios de acuerdo a los parámetros SLA de tres servicios diferentes, como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6.1 SLA de los servicios de la prueba.

	Nombre del servicio	CIR (Mbps) (tráfico verde)	EIR (Mbps) (tráfico amarillo)	Latencia Max (ms)	Jitter Max (ms)	Frame Loss (%)	VLAN
1	Tiempo Real	5	0	<5	<1	<0.001	100
2	Datos de Alta prioridad	10	5	5-15	n/a	<0.05	200
3	Datos con el mejor esfuerzo (internet)	2.5	5	<30	n/a	<0.05	300

- En la sección MAC/IP/UDP, configurar por servicio la IP de origen y la IP de destino, previamente se configuraron estas direcciones para que ambos equipos se reconocieran, sin embargo, se tienen que volver a configurar por cada servicio. La dirección IP origen es

la del equipo de Ethernet SAM, mientras que la dirección IP destino es la del equipo Smart Loopback.

10. En la sección Global, verificar que, para cada uno de los servicios, el SLA sea el indicado anteriormente.

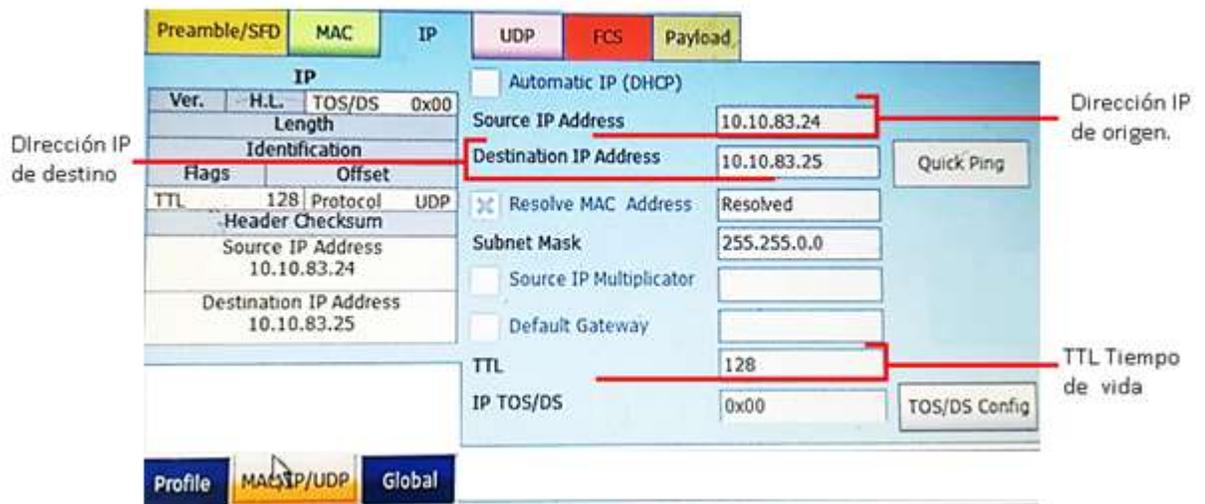


Figura 6.6. Captura del equipo EtherSAM, configuración IP por servicio.

11. Se regresa al menú principal y se selecciona el módulo tercero correspondiente a la configuración de la prueba.
12. Se habilitará la prueba de rampa y de ráfaga, además de definir el tiempo que tardará la prueba. Se recomienda que sean 15 min, ya que es el tiempo mínimo de acuerdo con la recomendación ITU-T Y.156.
13. En la sección de rampa, configurar la rampa como se muestra en la Figura 2.7, definir el tiempo por escalón de 5 segundos y la duración de la rampa de 30 segundos.



Figura 6.7. Captura del equipo EtherSAM, configuración de prueba de rampa.

14. En la sección de ráfaga, definir el número de secuencia de ráfaga igual a 2, la relación de retardo de recarga del 50 % y la relación entre la ráfaga y la tasa de información de un 90%.

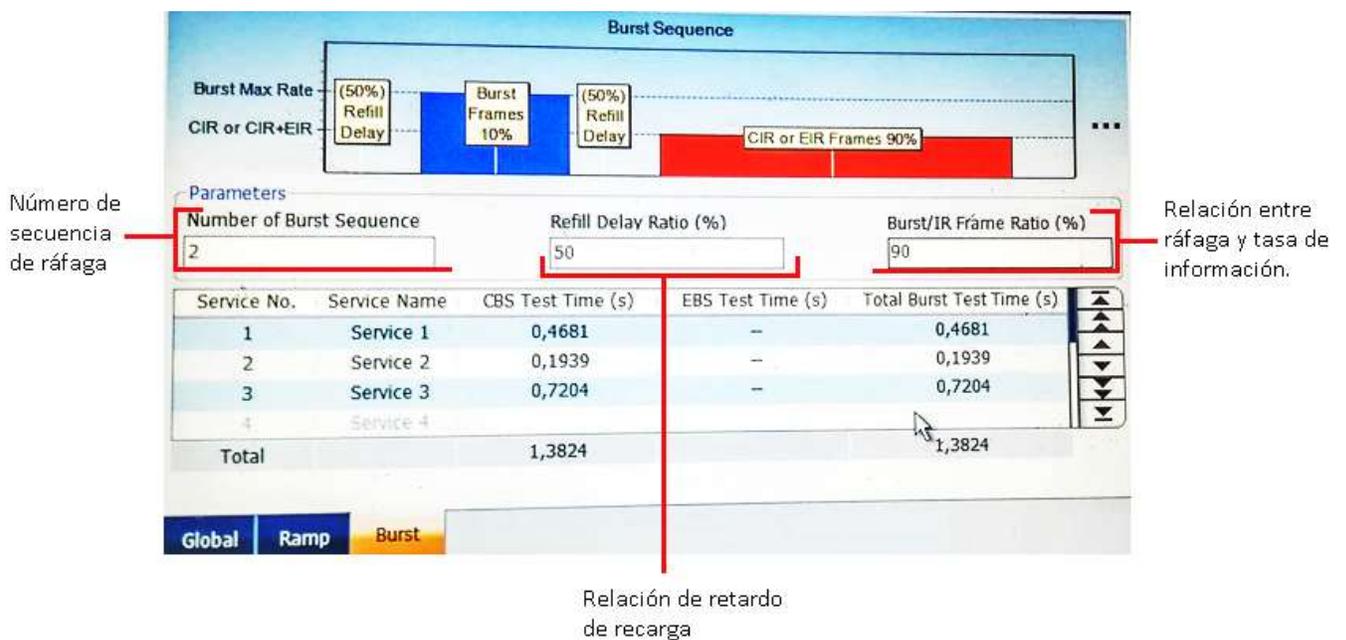


Figura 6.8. Captura del equipo EtherSAM, configuración de la prueba de ráfaga.

15. Se inicia el proceso de medición “Start” o Iniciar prueba.
16. Una vez que la prueba finalizó, generar el reporte, indicando nombre del cliente (su nombre), encabezado y título del reporte. Guardar el reporte, se podrá ver dentro en el mismo equipo o se podrá guardarlo en una USB con la opción de exportar.

## **7. CONTENIDO DEL INFORME DE LA PRÁCTICA**

El informe debe incluir los resultados de la actividad realizada:

1. Actividad anterior a la realización de la práctica: soluciones del cuestionario previo e investigación de los conceptos necesarios.
2. Reporte generado en el experimento 1.
3. Analizar cada uno de los parámetros resultantes en el reporte, indicar si la prueba fue exitosa o no, e indicar el porqué.
4. Verificar y analizar si los datos obtenidos en torno a la configuración de servicio (Frame Loss, Max Jitter, Max Latency, Max Troughput) coinciden con el estándar ITU-T.Y1564.
5. Conclusiones.
6. Comentarios.

## **8. ANEXO. Reporte de la prueba de rampa y ráfaga.**

Se realizó una prueba para validar y analizar los resultados del reporte de la prueba de rampa y ráfaga, cabe señalar, que no se pudo tener acceso a una red, por lo que se conectaron directamente los equipos, simulando que el medio de transmisión, es decir, el cable ethernet, fuera la red donde se transportan los servicios.

En la figura 3.1, se ejemplifica el resumen de los resultados, obteniendo el estado de prueba de la configuración y rendimiento del servicio, el cual se realizó de forma completa con resultado aprobatorio, también describe la duración y la fecha de inicio de la prueba.

## SUMMARY

### Results Summary

Test Status	
Service Configuration Test Status	Completed, Pass
Service Performance Test Status	Completed, Pass
Pass/Fail Verdict	PASS
Start Time	19/02/2018 16:22:10
Duration	00d:00:07:09
Power Recovery	0

Figura 8.1. Resumen de los resultados de la prueba de rampa y ráfaga.

El reporte expone un resumen de la prueba de configuración de servicio (rampa) y de rendimiento de servicio (ráfaga), como se muestra en la Figura 3.2. Los tres servicios que se configuraron en el manual, fueron aprobados en ambas pruebas.

En la prueba de configuración de servicio, se obtuvo 0% de tramas perdidas, debido a que, los servicios solo se transportaron sobre el cable ethernet y este no presenta ningún tipo de pérdidas, por otra parte, el jitter y la latencia, resultaron por debajo de los límites establecidos en el SLA y el máximo throughput corresponden al CIR + EIR de cada uno de los servicios definidos en el SLA, por tanto, el veredicto de los tres servicios, fue el aprobado.

Respecto a la prueba de rendimiento de servicio, se evaluaron y se obtuvieron los mismos parámetros a diferencia del throughput. Se midió el promedio de throughput, este corresponde al CIR establecido en el SLA, por ello, los tres servicios tuvieron un veredicto aprobatorio.

EtherSAM

Services Summary			
	Service Name	Service Configuration Test	Service Performance Test
1	Service 1	PASS	PASS
2	Service 2	PASS	PASS
3	Service 3	PASS	PASS

Service Configuration Summary						
	Service Name	Frame Loss (%)	Max Jitter (ms)	Max Latency (ms)	Max Throughput (Mbit/s)	Service Verdict
1	Service 1	0,0000	< 0,015	0,044	5,1824	PASS
2	Service 2	0,0000	< 0,015	0,044	15,0000	PASS
3	Service 3	0,0000	< 0,015	0,044	7,5000	PASS

Service Performance Summary						
	Service Name	Frame Loss (%)	Max Jitter (ms)	Max Latency (ms)	Avg Throughput (Mbit/s)	Service Verdict
1	Service 1	0,0000	< 0,015	0,044	5,1824	PASS
2	Service 2	0,0000	< 0,015	0,044	10,0000	PASS
3	Service 3	0,0000	< 0,015	0,044	2,5000	PASS

VLAN Preservation	
	No Mismatch Detected

Figura 8.2. Resumen de los resultados de configuración y rendimiento del servicio.

Adicionalmente, el reporte genera una vista del tipo de trama Ethernet, multicast, broadcast, unicast, non-unicast, tanto el broadcast como el non-unicast, solo se transmitieron 6 tramas, sin embargo, no se recibió ninguna, el que presentó mayores tramas fue en unicast, debido a que nuestra topología es del tipo uno a uno. El equipo Ethernet SAM envía datos hacia el equipo Smart Loop back, siendo un único emisor a un único receptor. También nos indica el tamaño de trama en Bytes de lo que se recibió y el porcentaje por cada intervalo. El tamaño de trama que se recibió con mayor afluencia fue el de 128 -255 Bytes, mientras que los intervalos de <64 y >1518 no recibieron ninguna trama, como se muestra en la Figura 3.3.

### Ethernet Traffic

Frame Type	TX Count	RX Count
Multicast	0	0
Broadcast	6	0
Unicast	2036881	2036880
Non-Unicast	6	0
Total	2036887	2036880

Frame Size (Bytes)	RX Count	%
< 64	0	0
64	470	0
65 - 127	29067	1
128 - 255	1431471	70
256 - 511	117034	5
512 - 1023	234295	11
1024 - 1518	224543	11
> 1518	0	0
Total	2036880	

Figura 8.3. Reporte de Trafico Ethernet.

El resumen de la configuración, se muestra en la Figura 3.4, esta va orientada al tipo de aplicación Ethernet SAM bajo la recomendación Y.1564, la interfaz 10/100/1000M Electrical, por el puerto 1 con conector RJ45. Durante la prueba se habilitó la auto-negociación a una velocidad de 100 Mbit/s.

### Setup Summary

<b>Application Type</b>	EtherSAM (Y.1564)
<b>Interface</b>	<b>Port 1</b>
<b>Interface/Rate</b>	10/100/1000M Electrical
<b>Connector</b>	RJ45
<b>Auto-Negotiation</b>	Enabled
<b>Speed</b>	100 Mbit/s
<b>Duplex</b>	Full
<b>Flow Control</b>	None

Figura 8.4. Reporte del resumen de la configuración.

Como una función adicional, que se llevó a cabo durante la prueba fue el ping y trace route, como muestra la Figura 3.5, se especifica los parámetros de la red como la dirección MAC e IP de origen,

es decir, la del equipo EthernetSAM, y la dirección de destino. También se especifican los parámetros correspondientes del Ping, como timeout, retraso, el tamaño de la información, TTL (tiempo de vida) y tipo de servicio. Las estadísticas del ping muestran que se transmitió un paquete, y se recibió un paquete, resultando un porcentaje de pérdida de 0%.

## FUNCTIONS

### Ping & Trace Route

Network	
Source MAC Address	00:03:01:10:53:18
Source IP Address	10.10.83.24 (Stream 1)
Destination IP Address	10.10.83.25

Ping	
Timeout (ms)	4000
Delay (ms)	1000
Data Size (Bytes)	32
TTL	128
Type Of Service (TOS)	0x00

Ping Results		
No.	Status	Reply Details
1	Successful	IP= 10.10.83.25 , Bytes=32, Time=2 ms, TTL=127

Ping Statistics	
Packets Transmitted	1
Packets Received	1
Percentage Lost (%)	0,0
Minimum Round Trip Time (ms)	2
Maximum Round Trip Time (ms)	2
Average Round Trip Time (ms)	2

Trace Route	
Timeout (ms)	4000
Max Hop Count	128

Figura 8.5. Reporte de Ping y Trace Route.

Por último, el reporte muestra la información del sistema, como se ilustra en la Figura 3.6, indicando el nombre, versión, ID del módulo, número de serie, versión del software, fecha de calibración del equipo. Es requerido el software GigE\_Electrical Ethernet 1000Base-T (Electrical) y GigE\_Optical Ethernet 1000Base-X (Optical).

## SYSTEM INFORMATION

<b>Product Name</b>	NetBlazer Series
<b>Version</b>	NetBlazer Series 2.10
<b>Module ID</b>	FTB-860
<b>Slot ID</b>	0
<b>Software Product Version</b>	2.10.0.37
	NetBlazer Series 2.10
<b>Assembly Hardware Revision</b>	E
<b>Serial Number</b>	861179
<b>Calibration Date</b>	17/09/2015 11:13:00

## Software Options

100optical	Ethernet 100Base-FX (Optical) Interface	Disabled
GigE_Optical	Ethernet 1000Base-X (Optical) Interface	Enabled
GigE_Electrical	Ethernet 1000Base-T (Electrical) Interface	Enabled
FC-1X	Fibre Channel 1X	Disabled
FC-2X	Fibre Channel 2X	Disabled
TCP-THPUT	Tcp Throughput Test Application	Disabled
FC-4X	Fibre Channel 4X	Disabled
MPLS	MPLS Encapsulation (10GE and less)	Disabled
IPV6	Internet Protocol Version 6 (IPv6) (10GE and less)	Disabled
ETH-THRU	Through Mode Test Application	Disabled
Cable_Test	Cable Test	Disabled
TRAFFIC_GEN	Traffic Generation and Monitoring Test Application	Enabled
CPRI-1.2G	CPRI 1.2288 Gbit/s	Disabled
CPRI	CPRI 2.4576 Gbit/s and 3.072 Gbit/s	Disabled
CPRI-4.9G	CPRI 4.9152 Gbit/s	Disabled
CPRI-6.1G	CPRI 6.144 Gbit/s	Disabled
OBSAI	OBSAI 3.072 Gbit/s	Disabled
1588PTP	1588 Precision Time Protocol	Disabled
SyncE	Synchronous Ethernet	Disabled
ETH-OAM	Carrier Ethernet OAM Test Application	Disabled
ETH-CAPTURE	Ethernet Frame Capture for Advanced Troubleshooting	Disabled
ADV-FILTERS	Advanced Filtering	Disabled
RFC6349	RFC 6349 Test Application (10GE and less)	Disabled
iSAM	Intelligent Service Activation Methodology	Disabled
LINK-OAM	Link OAM	Disabled
TRAFFIC-SCAN	Traffic Scan	Disabled
TST-OAM	Test Over Service OAM	Disabled

Figura 8.6. Reporte información del sistema.

En base al reporte generado, se puede obtener una tabla comparativa con los parámetros del SLA y los resultados que surgieron en la prueba de activación de servicios, como se muestran en las tablas 3.1, para los tres servicios configurados, se obtuvo una prueba aprobatoria, debido a que se cumplió con los parámetros establecidos en el SLA. En caso de que la prueba hubiera resultado fallida, se deben de reconfigurar los servicios.

Tabla 8.1. SLA vs Resultados de la prueba del servicio 1.

<b>Servicio 1: Tiempo real</b>			
	<b>SLA</b>	<b>Resultados de la Prueba</b>	<b>Resolución</b>
<b>CIR (Mbps)</b>	5	5.1824	Aprobatoria
<b>EIR (Mbps)</b>	0	-	
<b>CIR + EIR (Mbps)</b>	5	5.1824	
<b>Latencia Max (ms)</b>	<5	0.044	
<b>Jitter Max (ms)</b>	<1	<0.015	
<b>Frame Loss (%)</b>	<0.001	0.0000	

Tabla 8.2. SLA vs Resultados de la prueba del servicio 2.

<b>Servicio 2: Datos de Alta prioridad</b>			
	<b>SLA</b>	<b>Resultados de la Prueba</b>	<b>Resolución</b>
<b>CIR (Mbps)</b>	10	10.0000	Aprobatoria
<b>EIR (Mbps)</b>	5	-	
<b>CIR + EIR (Mbps)</b>	15	15.000	
<b>Latencia Max (ms)</b>	5 -15	0.044	
<b>Jitter Max (ms)</b>	n/a	<0.015	
<b>Frame Loss (%)</b>	<0.05	0.0000	

Tabla 8.3. SLA vs Resultados de la prueba del servicio 3.

<b>Servicio 3: Datos con el mejor esfuerzo (internet)</b>			
	<b>SLA</b>	<b>Resultados de la Prueba</b>	<b>Resolución</b>
<b>CIR (Mbps)</b>	2.5	2.5000	Aprobatoria
<b>EIR (Mbps)</b>	5	-	
<b>CIR + EIR (Mbps)</b>	7.5	7.5000	
<b>Latencia Max (ms)</b>	<30	0.044	
<b>Jitter Max (ms)</b>	n/a	<0.015	
<b>Frame Loss (%)</b>	<0.05	0.0000	

## 9. REFERENCIAS

- [1] Whitehead S., “Testeando Ethernet con ITU Y.1564”, *Anritsu Medidas en comunicaciones*, pp. 86 – 88, marzo 2012.
- [2] A.E. Luna, “Caracterización de un enlace de fibra óptica y evaluación de los servicios de transporte Gb con diferentes niveles de servicio (SLA).” Tesis Licenciatura, Ingeniería en Telecomunicaciones, UNAM, México 2016.
- [3] J. Capmany, B. Ortega, “Redes Ópticas”, Limusa, Valencia, 2009.
- [4] ALMA LABS, *Redes GbEthernet*, ALMA LABS, 2017.
- [5] Ethernet Service Activation Test Methodology, ITU-T. Y1564, 2016.
- [6] J.R. Salvador, “RFC2544 vs Y.1564 Medidas para la activación y puesta en servicio de circuitos Ethernet”, *Davantel*, enero 2016.
- [7] W. Fawaz, B. Daheb, O. Audouin, B. Berde, M. Vigoureux, M. Du-Pond, G. Pujolle, “Service Level Agreement and Provisioning in Optical Networks”, *IEEE Communications Magazine*, pp. 36-43, enero 2004.
- [8] Términos y definiciones de ingeniería de tráfico, ITU-CCITT. E.600, 1993.

## VI. Evaluación del protocolo

La evaluación y valoración del manual de la práctica, se experimentó con un grupo piloto de 18 estudiantes inscritos en la materia de Sistemas de Comunicaciones Ópticas de la Facultad de Ingeniería, los cuales realizaron la práctica siguiendo el manual, para poder evaluar los puntos positivos y negativos que perciben los alumnos de la práctica.

Al finalizar la práctica, se llevó a cabo una encuesta, basada en la escala de Likert [4]. La escala Likert, es utilizada comúnmente en cuestionarios de opinión y valoración. Se basa en un conjunto de declaraciones sobre un tema a evaluar, categorizando las respuestas en qué tan de acuerdo o desacuerdo se siente el alumno con dicho enunciado. Se basó en una escala de 5 niveles, donde el nivel más bajo es que el alumno se sienta totalmente desacuerdo con el enunciado y el nivel más alto donde estaba absolutamente de acuerdo.

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.

De las respuestas obtenidas, se calcula la puntuación media, promediando la puntuación por pregunta y por alumno según la escala de Likert, la puntuación media por debajo de 3 muestra actitud negativa, mientras que, por encima de 3, muestra una actitud positiva [5].

En base al cuestionario de evaluación, se realizaron 12 preguntas fundamentadas principalmente en evaluar qué tan satisfecho se sintió el alumno respecto a la documentación del manual, en torno al objetivo, conocimiento previo, experimento, equipo y resultados, así como, al aprendizaje que se adquirió una vez realizada la práctica.

Con la finalidad de agrupar las preguntas respecto a su objetivo en particular, se dividieron en categorías:

- Aprendizaje: Se medirá la perspectiva que tiene el alumno respecto al aprendizaje que está práctica tendrá en la materia y en su vida profesional.
- Manual: Se evaluará la perspectiva que tiene el alumno con base al manual de la práctica, acerca de las instrucciones, diagramas y dibujos.
- Objetivo: Se valorará la perspectiva que tiene el alumno acerca de la comprensión del objetivo de la práctica.
- Conocimiento previo: Se medirá la perspectiva que tiene el alumno acerca del marco teórico de la práctica, es decir, el conocimiento previo que necesita el alumno para poder comprender la práctica tanto de forma teórica como práctica.

- Experimento: Se evaluará la perspectiva que tiene el alumno al realizar el experimento, midiendo como parámetro, que tenga todas las herramientas para contestar las preguntas del reporte.
- Equipo: Se valorará la perspectiva que tiene el alumno, en torno al equipo utilizado en la práctica, se verificará que el equipo no haya causado algún problema y si con las recomendaciones realizadas en la práctica, el equipo tuvo una facilidad de uso.
- Resultados: Se evaluará la perspectiva que tiene el alumno, con base a los resultados obtenidos en los experimentos.
- Instructor: Se medirá la perspectiva que tiene el alumno, sobre la cooperación del instructor y si este influye en la realización de los experimentos de la práctica.

Tabla .VI.1 Preguntas por categoría y número de la encuesta

<b>Categoría</b>	<b>No. de pregunta</b>	<b>Descripción de la pregunta</b>
Aprendizaje	P1	La práctica es útil para el aprendizaje del alumno.
	P2	Se puede aplicar los conocimientos aprendidos en la práctica, en la vida profesional del alumno.
Manual	P3	El manual de la práctica y las instrucciones son fáciles de seguir.
	P4	Los diagramas y dibujos del manual son explícitos.
Objetivo	P5	El objetivo de la práctica es claro.
	P6	Los objetivos del experimento fueron cumplidos con éxito.
Conocimiento Previo	P7	Es necesario un conocimiento previo, para poder realizar la práctica.
Experimento	P8	Los experimentos realizados me permitieron contestar todas las preguntas del reporte.
Equipo	P9	El equipo con el que se trabajó la práctica es fácil de utilizar.
	P10	El equipo con el que se trabajó no causo problemas.
Resultados	P11	Los resultados obtenidos fueron exitosos.
Instructor	P12	La cooperación del instructor para ejecutar y completar la práctica fue la esperada.

## VII. Análisis de la evaluación del protocolo

Se realizaron dos tipos de análisis, uno fue orientado al impacto que se tuvo por pregunta, en donde, por cada una, se promediaron la puntuación que dio cada alumno. Por otro lado, se midió el impacto que se tuvo en base a los estudiantes, de esta manera, se obtuvo el promedio de puntuación que dio un alumno a todas las preguntas. En la primera se puede observar el impacto general que se tienen todos los alumnos por pregunta. Véase la Tabla VII.1.

Tabla VII.1 Puntuaciones medias de actitud para cada categoría de preguntas.

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
<b>4.39</b>	<b>4.28</b>	<b>2.78</b>	<b>3.56</b>	<b>4.22</b>	<b>3.94</b>	<b>3.22</b>	<b>4.39</b>	<b>4.33</b>	<b>5.00</b>	<b>3.89</b>	<b>4.44</b>

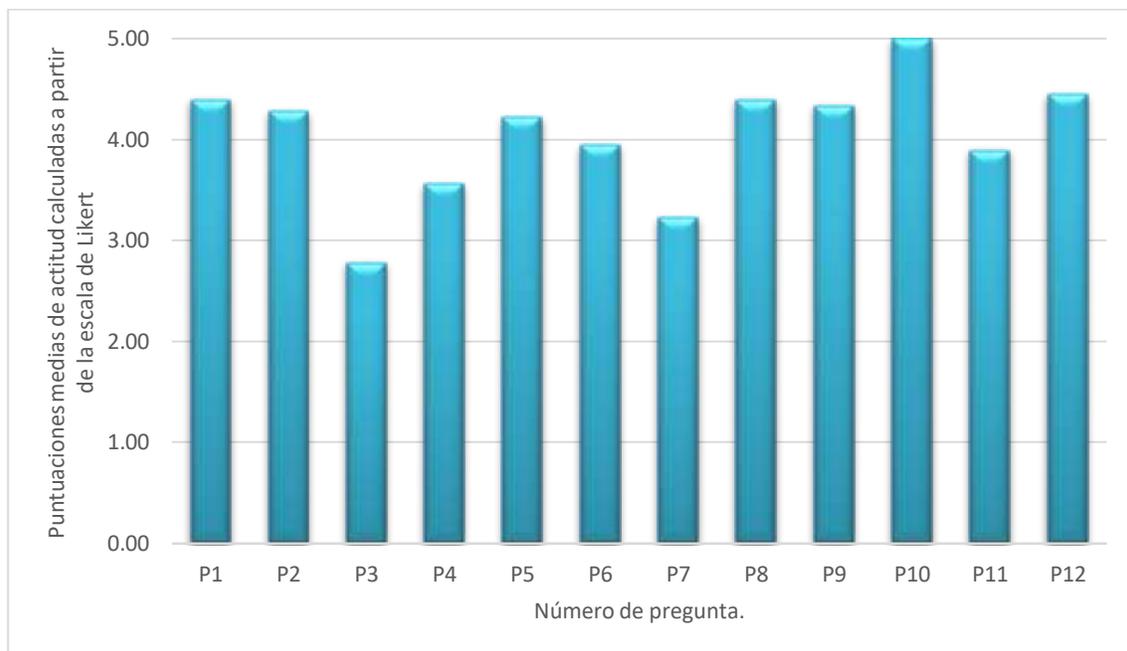


Fig. VII.1. Puntuaciones medias de actitud para cada categoría de preguntas.

Por otra parte, el impacto que se tuvo con respecto a cada estudiante, de la misma manera, se calculó la puntuación media de actitud, tomando en cuenta todas las preguntas que contestó un alumno, de esta manera, se puede observar una visión general del grupo que colaboró con la evaluación, como se indica en la tabla VII.2.

Tabla VII.2. Puntuaciones medias de actitud para cada categoría de alumnos.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
4.1	<b>4.5</b>	<b>4.3</b>	<b>4.4</b>	<b>3.9</b>	<b>3.0</b>	<b>4.1</b>	<b>3.5</b>	<b>4.2</b>	<b>3.8</b>	<b>3.9</b>	<b>3.9</b>	<b>4.3</b>	<b>4.4</b>	<b>4.1</b>	<b>4.2</b>	<b>3.8</b>	<b>4.3</b>

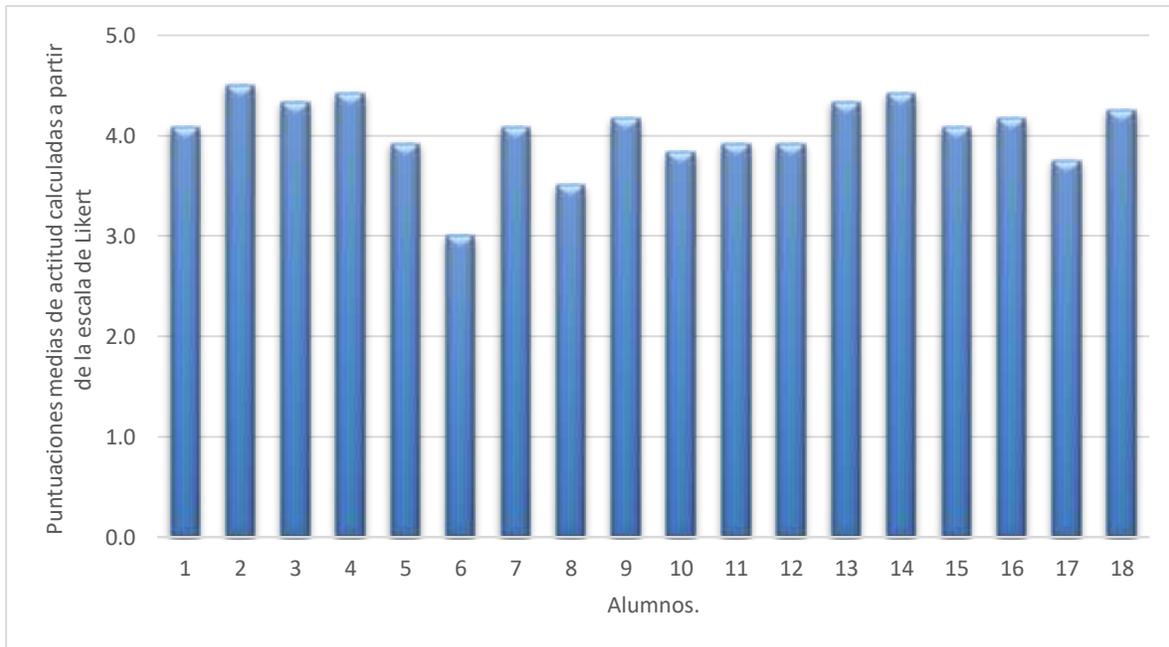


Fig.VII.2. Puntuaciones medias de actitud para cada categoría de alumnos.

A continuación, se realiza un análisis, respecto a los resultados obtenidos en la categoría de preguntas. Se tiene que tomar en cuenta, para fines de la evaluación, que el umbral para determinar entre una actitud positiva y negativa es de 3 en la puntuación media, así que, los valores por arriba de 3, muestran una actitud positiva y por debajo de 3 tienen una actitud negativa.

P1: La práctica es útil para el aprendizaje del alumno.

Tabla VII.3. Puntuaciones de la pregunta P1.

Puntuación media	Puntuación máxima	Puntuación mínima
4.39	5	3

Se obtiene una actitud positiva debido a que la puntuación media es de 4.39, por arriba del umbral.

Solución para mejorar el puntaje.

En la puntuación mínima, hubo alumnos que no estaban ni de acuerdo, ni en desacuerdo, por lo que en la práctica se reafirmó la importancia del aprendizaje en esta práctica.

P2: Se puede aplicar los conocimientos aprendidos en la práctica, en la vida profesional del alumno.

Tabla VII.4. Puntuaciones de la pregunta P2.

Puntuación media	Puntuación máxima	Puntuación mínima
4.28	5	2

Se obtiene una actitud positiva debido a que la puntuación media es de 4.28, por arriba del umbral.

Solución para mejorar el puntaje.

Debido a que la puntuación mínima a 2, es decir, que está en desacuerdo en que se puede aplicar los conocimientos de la práctica en la vida profesional, se realizaron modificaciones en el marco teórico para que el alumno pueda ver la importancia que esta práctica tiene en un enfoque teórico, además se realizó una modificación al cuestionario previo y al experimento para poder realizar un caso de uso práctico, y con ello, cambiar la postura del alumno.

P3: El manual de la práctica y las instrucciones son fáciles de seguir.

Tabla VII.5. Puntuaciones de la pregunta P3.

Puntuación media	Puntuación máxima	Puntuación mínima
2.78	4	1

Se obtiene una actitud negativa debido a que la puntuación media es de 2.78, por debajo del umbral.

Solución para mejorar el puntaje.

Tanto la puntuación media como la puntuación mínima son muy bajas, se analizó por qué los alumnos no tuvieron la facilidad para seguir las instrucciones del manual de la práctica. Esto se debió, a que, en un inicio, las instrucciones del manual eran muy genéricas, tenían la finalidad de que el alumno pudiera sin importar la marca del equipo, seguir el manual, sin embargo, las instrucciones eran muy abiertas, haciendo que el alumno no sintiera que era fácil de seguirlas. Por ende, se cambiaron las instrucciones, apoyando al alumno a seguir cada paso de la práctica, sin perder el objetivo de que el alumno sea capaz de replicar el proceso en otro equipo de diferente marca.

P4: Los diagramas y dibujos del manual son explícitos.

Tabla VII.6. Puntuaciones de la pregunta P4.

Puntuación media	Puntuación máxima	Puntuación mínima
3.56	<b>5</b>	<b>2</b>

Se obtiene una actitud positiva debido a que la puntuación media es de 3.56, por arriba del umbral.

Solución para mejorar el puntaje.

Aunque el resultado tiene una actitud positiva, la puntuación mínima fue de 2, es decir, al menos un alumno, está en desacuerdo con los diagramas y dibujos del manual. Debido a este resultado, se generaron unas capturas del equipo para hacer más ilustrativo los pasos a seguir en el experimento, además se agregó un diagrama de conexión de los dispositivos.

P5: El objetivo de la práctica es claro.

Tabla VII.7. Puntuaciones de la pregunta P5.

Puntuación media	Puntuación máxima	Puntuación mínima
4.22	<b>5</b>	<b>3</b>

Se obtiene una actitud positiva debido a que la puntuación media es de 4.22, por arriba del umbral.

Solución para mejorar el puntaje.

Debido a que se obtuvo una actitud positiva, no se realizaron modificaciones a la parte de los objetivos generales, sin embargo, en los objetivos particulares, se agregaron los últimos dos objetivos, que se refieren a la aplicación de la metodología y al análisis de resultados de las pruebas basadas en la recomendación ITU-T.Y.1564, para que, al alumno, más allá del aprendizaje, pueda analizar los resultados del experimento y reafirme sus conocimientos.

P6: Los objetivos del experimento fueron cumplidos con éxito.

Tabla VII.8. Puntuaciones de la pregunta P6.

Puntuación media	Puntuación máxima	Puntuación mínima
3.94	5	2

Se obtiene una actitud positiva debido a que la puntuación media es de 3.94, por arriba del umbral.

Solución para mejorar el puntaje.

La actitud que presentaron los alumnos fue positiva, sin embargo, la puntuación mínima fue de 2, es decir, hubo al menos un estudiante que está en desacuerdo con que se cumplieron los objetivos de la práctica, por ende, se delimitaron los objetivos del experimento, para que el alumno pudiera comprender la finalidad de este.

P7: Es necesario un conocimiento previo, para poder realizar la práctica.

Tabla VII.9. Puntuaciones de la pregunta P7.

Puntuación media	Puntuación máxima	Puntuación mínima
3.22	4	2

Se obtiene una actitud positiva debido a que la puntuación media es de 3.22, por arriba del umbral.

Solución para mejorar el puntaje.

La puntuación media fue de 3.22, está cercana al umbral, por ello, se analizaron las causas para poder elevar la puntuación, ya que la puntuación mínima fue de 2, lo que indica que el alumno requiere un conocimiento previo más extenso para poder realizar la práctica. Para mejorarlo, se añadió la parte de metodología de prueba de activación del servicio de Gigabit Ethernet para tener de una manera teórica los pasos que se aplicarán de forma práctica, en el experimento.

P8: Los experimentos realizados me permitieron contestar todas las preguntas del reporte.

Tabla VII.10. Puntuaciones de la pregunta P8.

Puntuación media	Puntuación máxima	Puntuación mínima
------------------	-------------------	-------------------

4.39	5	3
------	---	---

Se obtiene una actitud positiva debido a que la puntuación media es de 4.39, por arriba del umbral.

Solución para mejorar el puntaje.

Debido a que se obtuvo una actitud positiva, no se realizaron cambios ya que, en general, el alumno realizó las preguntas del reporte con los experimentos realizados.

P9: El equipo con el que se trabajó la práctica es fácil de utilizar.

Tabla VII.11. Puntuaciones de la pregunta P9.

Puntuación media	Puntuación máxima	Puntuación mínima
4.33	5	3

Se obtiene una actitud positiva debido a que la puntuación media es de 4.33, por arriba del umbral.

Solución para mejorar el puntaje.

No se realizaron modificaciones con respecto al cambio de equipo, debido a que el equipo es fácil de utilizar.

P10: El equipo con el que se trabajó no causó problemas.

Tabla VII.12. Puntuaciones de la pregunta P10.

Puntuación media	Puntuación máxima	Puntuación mínima
5.00	5	5

Se obtiene una actitud positiva debido a que la puntuación media es de 5, por arriba del umbral.

Solución para mejorar el puntaje.

Se obtuvo una puntuación media de 5.00, todos los alumnos contestaron positivamente, ya que no tuvieron problemas con el equipo.

P11: Los resultados obtenidos fueron exitosos.

Tabla VII.13. Puntuaciones de la pregunta P11.

Puntuación media	Puntuación máxima	Puntuación mínima
3.89	5	2

Se obtiene una actitud positiva debido a que la puntuación media es de 3.89, por arriba del umbral.

Solución para mejorar el puntaje.

Los alumnos, en general, tuvieron una actitud positiva con respecto a los resultados, sin embargo, la puntuación mínima fue de 2, lo que por lo menos un alumno no está de acuerdo con dicha sentencia. Para mejorar, se explicó los resultados generados en la práctica, en base en ello, los alumnos se sintieron más satisfechos por los resultados.

P12: La cooperación del instructor para ejecutar y completar la práctica fue la esperada.

Tabla VII.14. Puntuaciones de la pregunta P12.

Puntuación media	Puntuación máxima	Puntuación mínima
4.44	5	3

Se obtiene una actitud positiva debido a que la puntuación media es de 4.44, por arriba del umbral.

Solución para mejorar el puntaje.

Debido a la actitud positiva de esta pregunta, no se realizaron cambios.

## VIII. Anexo I. Tabla de resultados con escala Likert.

Tabla VIII. Tabla de resultados con la escala Likert

Alumnos/ Preguntas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	Total	Media de Likert
1	4	5	3	2	4	4	3	4	5	5	5	5	49	4.1
2	5	5	3	5	5	4	4	5	4	5	5	4	54	4.5
3	5	5	3	5	4	5	3	5	4	5	4	4	52	4.3
4	4	4	2	4	5	5	4	5	5	5	5	5	53	4.4
5	5	3	4	5	3	2	4	4	4	5	3	5	47	3.9
6	3	2	1	3	4	3	3	4	3	5	2	3	36	3.0
7	5	5	3	2	5	4	3	4	5	5	4	4	49	4.1
8	5	3	2	4	3	3	4	3	4	5	3	3	42	3.5
9	3	5	3	4	3	5	4	3	5	5	5	5	50	4.2
10	4	4	4	3	5	4	3	4	3	5	4	3	46	3.8
11	5	5	3	2	4	3	2	4	4	5	5	5	47	3.9
12	4	5	2	3	3	4	2	5	4	5	5	5	47	3.9
13	3	5	3	5	5	5	3	5	5	5	3	5	52	4.3
14	5	5	3	4	4	5	4	5	5	5	3	5	53	4.4
15	5	5	3	2	5	3	2	5	5	5	4	5	49	4.1
16	5	5	4	3	5	5	3	4	4	5	3	4	50	4.2
17	4	3	2	3	5	3	4	5	4	5	2	5	45	3.8
18	5	3	2	5	4	4	3	5	5	5	5	5	51	4.3
<b>Total</b>	79	77	50	64	76	71	58	79	78	90	70	80		
<b>Media de Likert</b>	4.39	4.28	2.78	3.56	4.22	3.94	3.22	4.39	4.33	5.00	3.89	4.44		

## IX. Anexo II. Criterios de rendimiento por servicios.

Según el MEF (Metro Ethernet Forum), que es un consorcio dedicado a las redes y servicios de Carrier Ethernet, definió por clases de servicios, en el resumen de requerimientos en el foro de 2010 de Los Ángeles, CA, los criterios de rendimiento por servicio, como se muestra en la Tabla 5.1.

Tabla IX. Criterios de rendimiento por servicio.

Aplicación	FD	FLR	FDR	FDV	Disponibilidad
Datos de VoIP		3 %	50 ms		99.99%
Señalización VoIP		0 %			99.99%
Video conferencia		1 %	50 ms		
Plano de datos de IPTV		0.1 %	50 ms		99.99%
Plano de control de IPTV		0 %			99.99%
Streaming Media		1 %	2 s		
Juegos interactivos		0 %	10 ms		
Emulación de circuito					
Telepresencia					
Cirugía Remota (Video)					
Cirugía Remota (Control)					
Telesalud (transferencia de archivos de alta resolución)					
Ingeniería de Radiodifusión (Video IP)					
CCTV	25 ms	0.01 %	25 ms		
Financial/ Comercio	2 ms	0 %	2 ms	2 ms	99.999%
Base de datos (Hot Standby)	5 ms	0.001 %	5 ms	5 ms	
Base de datos (Replicación WAN)	50 ms	0.001 %	50 ms	50 ms	
Base de datos (Cliente/Servidor)	1s	0.1 %	1 s	1 s	
Fax en tiempo real sobre IP		3 %	50 ms	50 ms	99.99%
SANs (replicación síncrona)		0.01 %	1.25 ms	1.25 ms	
SANs (replicación asíncrona)		0.01 %	10 ms	10 ms	
Almacenamiento conectado a la red		0.1 %			
Terminales de texto (telnet, ssh)		0.1 %			
Terminales Gráficos(Thin Clients)		0.1 %			
Best Effort: Email Almacenar y reenviar fax Servicios de archivos de área amplia Servicios de venta al por menor (transacciones seguras)					
Mobile Backhaul					

## X. Conclusiones

La activación de servicios Gigabit Ethernet, en la industria, tiene gran relevancia, debido a la situación que prevalece el país entorno a las telecomunicaciones. Se tiene el proyecto de la red compartida que permite la apertura de nuevos servicios de comunicaciones, lo que implica la aplicación de la metodología para la activación de servicios de Gigabit Ethernet.

El objetivo general fue realizar un protocolo de una práctica de “Activación de servicios de Gigabit Ethernet” para que el alumno pueda realizar una activación de servicios Gigabit Ethernet, tal como se realiza en el campo labora. Como resultado, se pueden concluir los siguientes aspectos:

1. Se diseñó un protocolo para la práctica de “Activación de servicios de Gigabit Ethernet”, en base a la metodología de activación de servicios de Gigabit Ethernet, conforme a la recomendación ITU-T.Y.1564, para que el alumno aplique la metodología,
2. Con ayuda de un grupo piloto, se revisaron las pruebas del protocolo de la práctica, para verificar la funcionalidad del protocolo y el cumplimiento de los objetivos de la misma, además de identificar los problemas que tuvo el alumno en torno al aprendizaje que este obtuvo con la práctica y respecto a los puntos principales de la práctica redactados en el manual. Conforme a los objetivos de la práctica, se cumplió que una vez que el alumno terminó el protocolo aprendió sobre el acuerdo de nivel de servicio, analizó la recomendación ITU-T.Y.1564, para poder distinguir los atributos del servicio Ethernet, reconoció el uso, manejo y configuración del equipo y realizó un reporte, analizando los resultados obtenidos, reflejando los principales objetivos de la práctica.
3. Se analizaron los resultados de la encuesta, a partir de los indicadores de actitud que se obtuvo en la encuesta basada en la escala de Likert, se tuvo como referencia un nivel de puntuación media por debajo de 3 como actitud negativa, mientras que, por encima de 3, muestra una actitud positiva. La mayoría de declaraciones resultaron positivas, sin embargo, hubo solo una que tuvo una actitud negativa, relacionada con la pregunta número 3: el manual de la práctica y las instrucciones son fáciles de seguir, donde, se analizó por qué los alumnos no tuvieron la facilidad para seguir las instrucciones del manual, llegando a la conclusión de que las instrucciones del manual eran muy genéricas, ya que tenían la finalidad de que el alumno pudiera realizar una activación de servicios sin importar la marca del equipo, sin embargo, las instrucciones eran muy abiertas, haciendo que el alumno no sintiera que era fácil de seguirlas, por lo que se modificaron las instrucciones, apoyando al alumno a seguir cada paso de la práctica, sin perder el objetivo de que el alumno sea capaz de replicar el proceso en otro equipo de diferente marca.

## **XI. Referencias**

[1] CONVOCATORIA a toda persona física o moral, nacional o extranjera, a participar en el concurso internacional número APP-009000896-E1-2016 para la adjudicación de un proyecto de asociación público-privada, para la instalación y operación de la red pública, Diario Oficial de la Federación, México, 2016.

[2] DECRETO por el que se expiden la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión y la Ley del Sistema Público de Radiodifusión del Estado Mexicano; y se reforman adicionan y derogan diversas disposiciones en materia de telecomunicaciones y radiodifusión, Diario Oficial de la Federación, México, 2014.

[3] Altán Redes. “¿Por qué Red compartida?”, marzo de 2019. [Online]. Disponible: <https://www.altanredes.com/red-compartida/#mas-eficiencia>

[4] De la Rosa, S. “Análisis estadístico comparativo de tres escalas de valoración Likert, fuzzy-Likert y fuzzy de respuesta libre”. Tesis de Fin de Máster, Universidad de Oviedo, España 2012.

[5] Saleheen, F.; Butz, B.; Picone, J., Won, C. “Effectiveness of Virtual Teaching Assistant Software for Circuits Open Laboratory”. IEEE Transactions on education, vol. 10, no. 10, pp. 1- 9, 2015.