

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UNA RED  
DE DATOS CON TEGNOLOGÍA ETHERNET**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN**

**JAVIER ALEJANDRO AVILÉS YUNDA**  
j\_avi16@hotmail.com

**CRISTIAN JESUS PACHACAMA LLUMIQUINGA**  
cjpachacama@hotmail.com

**DIRECTOR: ING. GABRIELA SUNTAXI, MSC**  
gabriela.suntaxi@gmail.com

**Quito, JUNIO 2015**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Javier Avilés, Cristian Pachacama declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Javier Avilés**

---

**Cristian Pachacama**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Javier Avilés, Cristian Pachacama, bajo mi supervisión.

---

Ing. Gabriela Suntaxi  
DIRECTORA DEL PROYECTO

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la vida, por la salud y por su compañía en todos los momentos de mi vida.

A mis padres por su cariño, amor, consejos y sobre todo por su apoyo incondicional.

A las personas incondicionales en mi vida que me han dado estabilidad, confianza y el impulso para salir adelante.

**Javier Avilés Yunda**

Agradezco al creador por la salud brindada y por acompañarme en cada día de mi vida.

A mis padres por ser el pilar fundamental para la feliz culminación del presente trabajo.

**Cristian Pachacama**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Cesar, Alicia y María Elena, a quienes les debo todo.

A mi familia que ha sido un pilar grande y mi fuerza.

**Javier Avilés**

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional y sus consejos.

A mis hermanos y sobrinos quienes han sido mi principal fuente de inspiración  
para lograr alcanzar esta meta.

**Cristian Pachacama**

## ÍNDICE

<u>CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DEL MEDIO</u> .....	1
<u>1.1 ACTIVOS DE RED</u> .....	1
<u>1.1.1 DEFINICIÓN REDES ETHERNET</u> .....	1
<u>1.1.2 HARDWARE DE REDES ETHERNET</u> .....	5
<u>1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</u> .....	8
<u>1.3 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN</u> .....	9
<u>CAPÍTULO 2. ELABORACIÓN DE UNA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UNA RED DE DATOS CON TECNOLOGÍA ETHERNET.</u> 12	
<u>2.1 INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UNA RED DE DATOS</u> .....	12
<u>2.2 HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UNA RED DE DATOS</u> .....	18
<u>2.2.1 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE LA RED DE DATOS</u> .....	18
<u>2.3 ELABORACIÓN DE LA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UNA RED DE DATOS</u> .....	24
<u>2.3.1 FASES DE LA GUÍA DE EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE UNA RED DE DATOS</u> .....	24
<u>CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE LA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA RED DE DATOS DE LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES “TELPROYEC”</u> .....	32
<u>3.1 DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO</u> .....	32
<u>3.1.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN</u> .....	32
<u>3.1.2 INVENTARIO INFORMÁTICO DE LA RED DE DATOS DE TELPROYEC</u> .....	41
<u>3.1.3 ESTRUCTURA FÍSICA DE LA RED DE DATOS</u> .....	53
<u>3.2 EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA RED DE DATOS DE LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES “TELPROYEC” EN BASE A LA GUÍA</u> .....	58
<u>A. FASE DE PLANIFICACIÓN</u> .....	58
<u>A.1 ALCANCE</u> .....	58
<u>A.2 OBJETIVOS</u> .....	58
<u>A.3 METODOLOGÍA</u> .....	59
<u>A.4 TERMINOLOGÍA</u> .....	59
<u>B FASE DE SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN</u> .....	61
<u>B.1 SELECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS CRÍTICOS</u> .....	61
<u>B.2 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA E INDICADOR</u> .....	62
<u>C. FASE DE MEDICIÓN</u> .....	62

<u>C.1 MUESTREO Y PERIODICIDAD DE LAS MEDICIONES</u> .....	62
<u>C.2 INDICES DE DESEMPEÑO Y VALORES UMBRALES</u> .....	64
<u>C.3 PLANTEAMIENTO DE LAS SESIONES DE MEDIDA</u> .....	66
<u>D. FASE DE VALORACIÓN Y DESPLIEGUE DE RESULTADOS</u> .....	68
<u>D.1 EXTRACCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LOS LOGS DE MEDICIÓN</u> .....	68
<u>D.2 INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</u> .....	77
<u>D.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u> .....	82
<u>CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u> .....	84
<u>4.1 CONCLUSIONES</u> .....	84
<u>4.2 RECOMENDACIONES</u> .....	86
<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	87
<u>ANEXO 1</u> .....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

<a href="#"><u>Tabla 1. Tecnologías y Estándares Ethernet</u></a> .....	3
<a href="#"><u>Tabla 2. Criterios de selección de las herramientas de evaluación del rendimiento de una Red</u></a> .....	23
<a href="#"><u>Tabla 3. Tabla ejemplo “Planteamiento Sesiones de medida”</u></a> .....	28
<a href="#"><u>Tabla 4. Criterios de Selección de la Herramienta</u></a> .....	44
<a href="#"><u>Tabla 5. Resumen de dispositivos de conexión y comunicación</u></a> .....	51
<a href="#"><u>Tabla 6. Descripción de software de las diferentes PC’s</u></a> .....	52
<a href="#"><u>Tabla 7. Descripción de la distribución de PC’s según departamentos y localidad</u></a> .....	52
<a href="#"><u>Tabla 8. Descripción de software Aplicativo de los diferentes equipos</u></a> .....	53
<a href="#"><u>Tabla 9. Detalle de los dispositivos de conexión de la empresa Telproyec.</u></a> .....	55
<a href="#"><u>Tabla 10. Capa de Acceso</u></a> .....	56
<a href="#"><u>Tabla 11. Capa de Distribución</u></a> .....	57
<a href="#"><u>Tabla 12. Capa de Core</u></a> .....	57
<a href="#"><u>Tabla 13. Selección de Dispositivos Críticos</u></a> .....	62
<a href="#"><u>Tabla 14. Selección de los Indicadores y Herramientas</u></a> .....	62
<a href="#"><u>Tabla 15. Muestreo y Periodicidad</u></a> .....	63
<a href="#"><u>Tabla 16. Valores Umbrales Throughput Fuente: Umbral de Throughput referido por la SUTEL (Art. 98, Pag. 90)</u></a> .....	64
<a href="#"><u>Tabla 17. Valores Umbrales Latencia</u></a> .....	64
<a href="#"><u>Tabla 18. Umbrales Frame Loss Rate</u></a> .....	65
<a href="#"><u>Tabla 19. Valores Umbrales Jitter Fuente: Umbral de Jitter referido por la SUTEL (Art. 95, Pag. 87)</u></a> .....	65
<a href="#"><u>Tabla 21. Sesiones de Medida</u></a> .....	67
<a href="#"><u>Tabla 22. Resultado medición Throughput en intervalo de 16:00 a 18:00</u></a> .....	69
<a href="#"><u>Tabla 23. Resultado medición Latency en intervalo de 16:00 a 18:00</u></a> .....	71
<a href="#"><u>Tabla 24. Resultado medición Jittter en intervalo de 16:00 a 18:00</u></a> .....	72
<a href="#"><u>Tabla 25. Resultado medición Bandwidth en intervalo de 16:00 a 18:00</u></a> .....	74
<a href="#"><u>Tabla 26. Resultado medición Frame Loss Rate en intervalo de 16:00 a 18:00</u></a> .....	76
<a href="#"><u>Tabla 27. Paquetes por segundo de acuerdo al horario</u></a> .....	77
<a href="#"><u>Tabla 28. Latency y Valor Umbral</u></a> .....	78
<a href="#"><u>Tabla 29. Jitter y Valor Umbral</u></a> .....	79
<a href="#"><u>Tabla 30. Bandwidth y Valor Umbral</u></a> .....	80
<a href="#"><u>Tabla 31. Frame Loss Rate y Valor Umbral</u></a> .....	81



## ÍNDICE DE FIGURAS

<a href="#">Figura 1. Definición Ethernet</a> .....	2
<a href="#">Figura 2. Dispositivos de conexión de red (UTP,FO)</a> .....	5
<a href="#">Figura 3. Repetidor</a> .....	5
<a href="#">Figura 4. Concentrador o Hub</a> .....	6
<a href="#">Figura 5. Puente o Bridge</a> .....	6
<a href="#">Figura 6. Representación Router</a> .....	7
<a href="#">Figura 7. Switch o Conmutador</a> .....	8
<a href="#">Figura 8.Back to back to Frames</a> .....	16
<a href="#">Figura 9. Fases de la guía de evaluación del rendimiento de una red</a> .....	25
<a href="#">Figura 10. Estructura Organizacional de TELPROYEC Cia. Ltda</a> .....	35
<a href="#">Figura 11. Modem Motorola</a> .....	45
<a href="#">Figura 12. Router Híbrido Quadro M26x</a> .....	46
<a href="#">Figura 13. Switch Linksys 48 puertos</a> .....	47
<a href="#">Figura 14. Switch cisco 8 puertos</a> .....	47
<a href="#">Figura 15. Switch Cisco 24 puertos.</a> .....	48
<a href="#">Figura 17. Wireless D-link.</a> .....	49
<a href="#">Figura 18.Teléfono Alcatel – Lucent Temporis 700.</a> .....	50
<a href="#">Figura 19. Diagrama de la estructura de red de la empresa Telproyec.</a> .....	54
<a href="#">Figura 20. Dispositivos críticos. Fuente: Autores</a> .....	61
<a href="#">Figura 21. Solución Jperf y los dispositivos críticos</a> .....	68
<a href="#">Figura 22. Captura de configuración para medición Throughput</a> .....	69
<a href="#">Figura 23. Resultado gráfico de medición Throughput en intervalo de 16:00 a 18:00.</a> .....	70
<a href="#">Figura 24. Captura de configuración para medición de Latency.</a> .....	71
<a href="#">Figura 25. Resultado gráfico de medición Latency en intervalo de 12:00 a 14:00.</a> .....	71
<a href="#">Figura 27. Resultado gráfico de medición Jitter en intervalo de 16:00 a 18:00</a> .....	73
<a href="#">Figura 28. Captura de configuración para medición Bandwidth</a> .....	74
<a href="#">Figura 29. Resultado gráfico de medición Bandwidth en intervalo de 16:00 a 18:00.</a> .....	74
<a href="#">Figura 30. Captura de configuración para medición de Frame Loss Rate</a> .....	75
<a href="#">Figura 31. Resultado gráfico de medición Frame Loss Rate en intervalo de 16:00 a 18:00.</a> .....	76
<a href="#">Figura 32. Throughput y Valor Umbral en intervalo de 16:00 a 18:00</a> .....	77
<a href="#">Figura 33. Latency y Valor Umbral en intervalo de 16:00 a 18:00.</a> .....	78
<a href="#">Figura 34.Jitter y Valor Umbral en intervalo de 16:00 a 18:00.</a> .....	79
<a href="#">Figura 35.Bandwidth y Valor Umbral en intervalo de 16:00 a 18:00.</a> .....	80
<a href="#">Figura 36. Frame Loss rate y Valor Umbral en intervalo de 16:00 a 18:00.</a> .....	81

## RESUMEN

El presente proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas Informáticos y de Computación, Guía para la evaluación del rendimiento de una red de datos con tecnología Ethernet, abarca los siguientes capítulos:

El capítulo 1 se realiza un estudio de las redes con tecnología Ethernet, se definen sus características, dispositivos utilizados y el acogimiento de este estándar de red como método más popular empleado en el mundo para establecer conexiones de área local. El estudio identifica la problemática que representa mantener un rendimiento óptimo de los recursos de red sin contar con una “guía de evaluación de rendimiento de red de datos de tecnología Ethernet”. Es así que se plantea la elaboración de una guía que reúna los procesos, metodologías, indicadores y herramientas que permitan efectuar este estudio.

El capítulo 2 identifica varios indicadores utilizados para la evaluación de red, estos indicadores deben medir de forma objetiva las variaciones o fluctuaciones de la red de datos para determinar el estado actual de la misma. También se procederá a la selección de las herramientas que permitirán monitorear y evaluar la red. A continuación, el capítulo se enfoca en el objetivo principal de este proyecto el cuál es la elaboración de una guía para la evaluación del rendimiento de una red de datos con tecnología Ethernet.

El capítulo 3 comienza con la descripción del caso de estudio, enfocándose en la caracterización de la empresa, inventario informático y un análisis de la estructura física de la red de datos. Esto con el fin de tener un conocimiento previo de la organización a la cual se le aplicará la guía de evaluación desarrollada. Las Fases de la guía serán aplicadas a la empresa de telecomunicaciones Telproyec.

El cuarto y último capítulo contiene las conclusiones y recomendaciones obtenidas en base a este trabajo, las cuales abarcan temas respecto al éxito de la aplicación de la guía, observaciones encontradas a lo largo de la aplicación de las fases y también aspectos a mejorarse para un estudio posterior.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo elaborar una guía de evaluación de rendimiento de una red de datos de tecnología Ethernet. Esta guía será aplicada a la empresa de Telecomunicaciones Telproyec, con la cual se podrá determinar el estado actual y el rendimiento de la red de datos de la empresa.

La guía deberá englobar buenas prácticas, normas, indicadores que permitan analizar el estado actual de la red de datos, también debe establecer herramientas que permitan la medición de diferentes indicadores y poder definir valores umbrales que servirán de referencia para el estudio del estado actual de la red de datos de tecnología Ethernet.

Telproyec, organización escogida para la aplicación del caso de estudio nunca ha sido sometida a un análisis del rendimiento de la red de datos, la guía identificará el estado actual de la red y podrá también dejar sentado los procedimientos y buenas prácticas para posteriores análisis.

Finalmente se deben analizar los resultados obtenidos del análisis de la red y los mismos deben estar reflejados en conclusiones y recomendaciones, que serán de gran importancia para la empresa Telproyec.

## **CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DEL MEDIO**

En este capítulo se estudiarán las redes Ethernet, definiendo sus características, tecnologías y el hardware utilizado. Posteriormente se define la problemática relacionada a la importancia y necesidad de evaluar el rendimiento de una red de datos Ethernet, sin contar con una guía que pueda ser aplicable a cualquier caso de estudio. Es así que se plantea la elaboración de una guía que reúna los procesos, metodologías, indicadores y herramientas para efectuar el análisis de desempeño de una red de datos Ethernet,

### **1.1 ACTIVOS DE RED**

#### **1.1.1 DEFINICIÓN REDES ETHERNET**

Ethernet, es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones (CSMA/CD).<sup>1</sup>

Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI<sup>2</sup>.

Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3<sup>3</sup>, siendo usualmente tomados como sinónimos. Se diferencian en uno de los campos de la trama de datos. Sin embargo, las tramas Ethernet e IEEE 802.3 pueden coexistir en la misma red.[ 1 ]

El desarrollo de este estándar ha tenido un fuerte apoyo de las compañías Digital, Intel y Xerox; siendo actualmente el método más popular que es empleado en el mundo para establecer Conexiones de Red de Área Local.

---

<sup>1</sup>CSMA/CD: Protocolo de acceso al medio, donde los dispositivos de red escuchan el medio antes de transmitir, determinando así, si los recursos y el canal se encuentran disponibles para la transmisión.

<sup>2</sup>MODELO OSI: Modelo de interconexión de sistemas abiertos (ISO/IEC 7498-1), define un marco de referencia para la definición de arquitecturas en la interconexión de los sistemas de comunicaciones.

<sup>3</sup>IEEE802.3: Primer intento para estandarizar Ethernet. Posteriormente ha habido ampliaciones sucesivas al estándar que cubrieron las ampliaciones de velocidad, redes virtuales, hubs, conmutadores y distintos tipos de medios, tanto de fibra óptica como de cables de cobre.

Una de las ventajas de Ethernet es que puede alcanzar una conexión de hasta 1024 nodos a una velocidad de 10 Gbps (Gigabits Por Segundo) y pudiendo utilizar desde un Cable Coaxial hasta la tecnología de Fibra Óptica para establecer un enlace.

El estándar definió el tamaño mínimo de la trama en 64 bytes y el tamaño máximo de la trama en 1518 Bytes.

A continuación, en la **Figura 1.** se muestra la estructura de la trama Ethernet.

IEEE 802.3							
7	1	6	6	2	Hasta 1500	Hasta 46	4
Preámbulo	Delimitador de inicio de trama	Dirección de destino	Dirección de origen	Longitud /Tipo	Datos	Relleno	Secuencia de verificación de la trama CRC

**Figura 1.** Definición Ethernet

Fuente: <http://blog.utp.edu.co/ee973/files/2012/04/capitulo09-ethernet.pdf>

En la **Tabla 1.** se realiza un resumen de las tecnologías Ethernet y sus características.

**Tabla 1.** Tecnologías y Estándares Ethernet<sup>4</sup>

Tecnología	Estándar	Medio / Conectores	Distancia
Ethernet 802.3	10Base-5	Coaxial amarillo de 502#2 (grueso) y transceptores	500 m. Half-Duplex
	10Base-2	Coaxial RG58 de 50 2#2(fino) y conectores BNC	185 m. Half-Duplex
	10Base-T	UTP Cat. 3 y RJ-45	Cat. 3 - 100m
	10Base-F	Multimodo; LED en primera ventana.	2000 m. Half-Duplex y Full-Duplex

<sup>4</sup>Fuente: Autores

<b>Tecnología</b>	<b>Estándar</b>	<b>Medio / Conectores</b>	<b>Distancia</b>
		Luz visible. Conectores ST.	
<b>Fast Ethernet 802.3u</b>	<b>100Base-Tx</b>	UTP Cat. 5 y RJ-45.	100m. - <i>Full-Duplex</i>
	<b>100Base-T4</b>	UTP Cat. 3 y RJ-45. 3 pares para transmisión 1 par para colisiones	100m. - <i>Half-duplex</i>
	<b>100Base-T2</b>	UTP Cat. 3 y RJ-45.	100m. - <i>Full-duplex</i>
	<b>100Base-Fx</b>	Multimodo; LED en segunda ventana. Conectores SC.	400m. - <i>Half-duplex</i> 2000m - <i>Full-Duplex</i>
<b>Gigabit Ethernet 802.3z</b>	<b>1000Base-T</b>	UTP Cat. 5e o 6 y RJ-45.	100 m. - <i>Full-duplex (Dual-duplex)</i>
	<b>1000Base-Lx</b>	Fibra óptica multi y monomodo con ILD en segunda ventana. Conectores SC.	En fibras multimodo: 330m - <i>Half-duplex</i> 550m - <i>Full-duplex</i> En fibras monomodo 330m - <i>Half-duplex</i> 5 km - <i>Full-duplex</i>
	<b>1000Base-Sx</b>	Fibra englishóptica multimodo con LED en primera ventana. Conectores SC.	<i>Half-duplex</i> 62,5/125: 275m 50/125:330m <i>Full-duplex</i> 550m
<b>10 Gigabit Ethernet 802.3ae</b>	<b>10GBase-SX</b>	Fibra óptica multi y monomodo En primera ventana	300 m sobre una nueva fibra óptica multi-modo de 2000 MHz·km
	<b>10GBase-CX</b>	Interfaz de cobre que usa cables InfiniBand CX4 y twinaxial	Máximo 15 m
	<b>10GBase-LX</b>	Fibra óptica multi y monomodo En segunda ventana	5-15 km sobre fibra monomodo. Usa longitudes de onda alrededor de los 1310 nm.
	<b>10GBase-LR-X</b>	Fibra óptica monomodo En segunda ventana	10 km sobre fibra monomodo.
	<b>10GBase-EX</b>	Fibra óptica monomodo En tercera ventana	40 km - 100 km sobre fibra monomodo.

## 1.1.2 HARDWARE DE REDES ETHERNET

Para poder levantar una red Ethernet es necesario la utilización de algunos dispositivos, a continuación se procede a definir los más utilizados.

### NIC<sup>5</sup>, Interface de red Ethernet

Permite el acceso de un dispositivo final a una red. Cada adaptador posee una dirección MAC que la identifica en la red y es única[ 3 ], ver **Figura 2**.



**Figura 2.** Dispositivos de conexión de red (UTP,FO)

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Tarjeta\\_de\\_red](http://es.wikipedia.org/wiki/Tarjeta_de_red)

### Repetidor o repeater

Aumenta el alcance de una conexión física, disminuyendo la degradación de la señal eléctrica en el medio físico[ 3 ], ver **Figura 3**.



**Figura 3.** Repetidor

Fuente: <http://www.fibraoptica hoy.com/repetidor-profinet-pof/>

<sup>5</sup>NIC: Network Interface Card

### Concentrador o hub

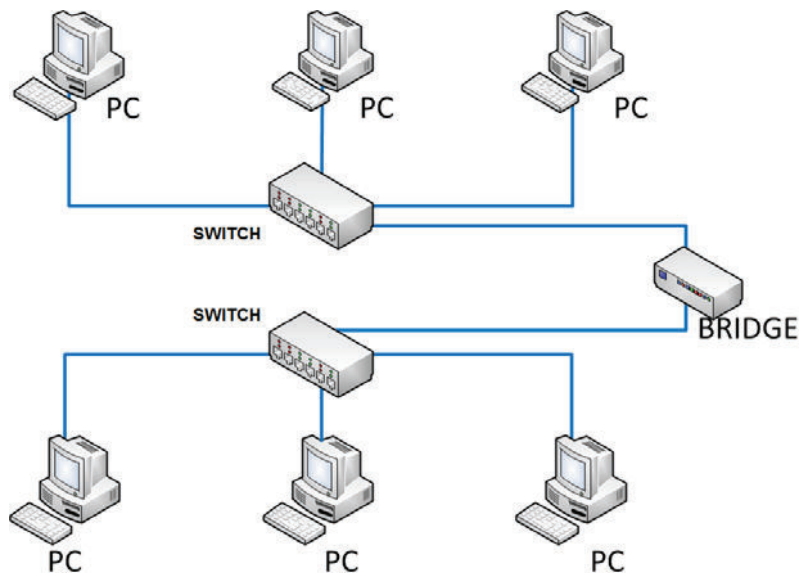
Funciona como un repetidor, pero permite la interconexión de múltiples nodos, además cada mensaje que es enviado por un nodo, es repetido en cada boca el hub (Actualmente ya no se lo utiliza)[ 3 ], ver **Figura 4**.



**Figura 4.** Concentrador o Hub  
Fuente: <http://es.kioskea.net/faq>

### Puente o bridge

Interconectan segmentos de red, haciendo el cambio de frames (tramas) entre las redes de acuerdo con una tabla de direcciones que dice en que segmento está ubicada una dirección MAC[ 3 ], ver **Figura 5**.

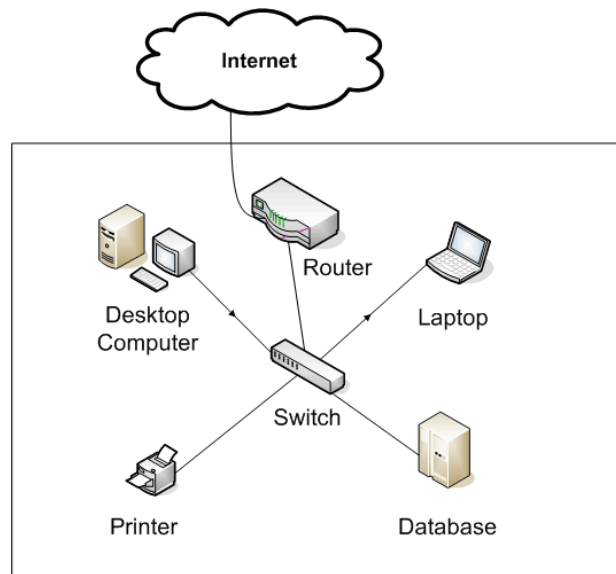


**Figura 5.** Puente o Bridge  
Fuente: <https://joseba18.wordpress.com/2011/12/11/realizacion-de-una-red-de-area-local-mediante-un-bridgепuente>



### Enrutador o router

Funciona a nivel de la capa de red, decide el mejor camino que debe tomar un paquete para llegar a una determinada dirección de destino, tomando en cuenta las tablas y algoritmos de enrutamiento[ 3 ], ver **Figura 6**.



**Figura 6.**Representación Router  
Fuente: <http://naseros.com/2014/06/01/>

### Conmutador o Switch

Permite la interconexión de múltiples segmentos de red, funciona en velocidades más rápidas y es más sofisticado. Los switches pueden tener otras funcionalidades, como redes virtuales y permiten su configuración a través de la propia red. De acuerdo a su forma de segmentación de subredes se dividen en:

Conmutadores de capa 2.- funcionan como puentes multipuertos que dividen a la LAN en múltiples dominios de colisión.

Conmutadores de capa 3 .- incorporan funciones de enrutamiento o routing. Soportan también definición de redes virtuales VLAN[ 4 ], ver **Figura 7**.



**Figura 7.** Switch o Conmutador

Fuente:<http://www.dlink.com/es/es/home-solutions/connect/switches>

## **1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La desbordante trascendencia de las redes de la información, así como la necesidad de implementar técnicas y tecnologías que mejoren el rendimiento, disponibilidad y velocidad de la transmisión de datos, desembocan en la necesidad de desarrollar mecanismos de medición de desempeño de redes que permitan determinar sus puntos débiles y mejorar el aprovechamiento de su capacidad, ya sea en una pequeña, mediana o gran empresa.

Entiéndase como análisis de desempeño o rendimiento de la red al estudio de:

- La velocidad de transmisión, que ofrece la red de datos, para el envío de información de un punto a otro en un tiempo estimado.
- La seguridad brindada, es decir que no haya filtración de información durante su transmisión.
- La confiabilidad que hace referencia a la capacidad de la red de datos a soportar fallos y que a pesar de esto la comunicación no se corte, es decir continúe.
- La disponibilidad que se refiere a la capacidad de la red de datos de estar totalmente a disposición de/los usuarios para su uso.
- La escalabilidad que es la capacidad deseable de una red para que esta pueda extender su rango de cobertura.

La necesidad de optimizar las redes y la problemática que implica definir mecanismos y pasos a seguir para efectuar la evaluación de rendimiento de la red, consume recursos e incrementa el tiempo de respuesta generando costos y probablemente una subutilización de los recursos de red.

El rendimiento de una red de datos requiere de un análisis exhaustivo, teniendo en cuenta que se deben considerar diferentes herramientas e indicadores que permitan observar el desempeño actual de la red de datos Ethernet.

Actualmente existen organizaciones que definen metodologías, procesos y manuales para efectuar un análisis de rendimiento de redes, sin embargo no existe una guía que englobe todos los aspectos antes mencionados para mejorar el aprovechamiento de la capacidad de los recursos de red y su optimización. En el siguiente punto se realizará un análisis de los diferentes organismos especializados en el estudio de las redes de datos.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN**

Teniendo en cuenta lo antes mencionado se establece que se requiere de una solución práctica, que evite el definir continuamente parámetros, mecanismos y políticas para determinar el estado actual de la red, por lo cual se propone la elaboración de una Guía para la evaluación del rendimiento de una red de datos de tecnología Ethernet.

Para poder llevar a cabo la elaboración de la Guía se efectuará el análisis de diferentes organismos especializados en el estudio de redes como lo son: UIT y la IETF.

#### **- UIT**

UIT o Unión Internacional de Telecomunicaciones, es el organismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación.

Desarrolla estándares que facilitan la interconexión eficaz de las infraestructuras de comunicación nacionales con las redes globales, permitiendo un perfecto intercambio de información, ya sean datos, faxes o simples llamadas de teléfono, desde cualquier país.[5 ]

- **IETF**

IETF o Internet Engineering Task Force, es la organización de técnicos que administran tareas de ingeniería de telecomunicaciones, principalmente de Internet, que tiene como objetivos el contribuir a la ingeniería de Internet, actuando en diversas áreas, como transporte, encaminamiento, seguridad. El IETF es mundialmente conocido por ser la entidad que regula las propuestas y los estándares de Internet, conocidos como RFC.[ 6 ]

RFC o Request for Comments, son una serie de publicaciones del Internet Engineering Task Force (IETF) que describen diversos aspectos del funcionamiento de Internet, redes de computadoras, además de protocolos, procedimientos y comentarios e ideas sobre estos.

Cada RFC constituye un monográfico o memorando que ingenieros o expertos en la materia han hecho llegar al IETF, para que éste sea valorado por el resto de la comunidad.[ 7 ]

La guía definirá, indicadores, herramientas y parámetros que permitan establecer el estado actual de la red de datos y además sugerirá la aplicación de metodologías de referencia.

La Guía contará con fases o procesos a seguir para facilitar el estudio de una red de datos Ethernet para una pequeña o gran organización.

Para probar la aplicabilidad de la guía, se utilizará la misma en un caso de estudio y se expondrá los resultados obtenidos luego de las mediciones efectuadas. Los indicadores de red medidos, serán comparados con valores umbrales existentes o definidos en la guía para el análisis del rendimiento.

## **CAPÍTULO 2. ELABORACIÓN DE UNA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UNA RED DE DATOS CON TECNOLOGÍA ETHERNET**

En este capítulo se procederá a la descripción de varios indicadores utilizados comúnmente para la evaluación de la red.

Los indicadores nos permitirán medir de forma objetiva las variaciones o fluctuaciones de la red de datos para determinar el estado actual de la misma.

Para la medición de los indicadores se realizará un estudio de la(s) herramientas que permitirán monitorear y evaluar la red de datos.

Posteriormente se elaborará una guía para la evaluación del rendimiento de una red de datos con tecnología Ethernet con el fin de realizar un análisis para determinar acciones correctivas y preventivas según el caso de estudio a aplicarse.

### **2.1 INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UNA RED DE DATOS**

Los principales indicadores que usaremos para determinar el rendimiento de la red de datos son aquellos que se especifican en la Norma RFC 2544.

La norma RFC 2544 es una metodología de evaluación comparativa de los dispositivos de interconexión de red promovida por el IETF<sup>6</sup>.

Esta norma discute y define un número de pruebas que son utilizadas para la evaluación del rendimiento de una red, basada en cuatro indicadores.

Los indicadores propuestos en la RFC 2544 son:

---

<sup>6</sup> IETF: Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet es una organización que promueve estándares de internet. Cooperación con el W3C y los ISO/IEC organismos de normalización.

- Throughput (Caudal de tráfico)
- Latency (Latencia)
- Frame loss rate (Porcentaje de tramas perdidas)
- Back-to-back frames (Capacidad de transmisión en ráfagas)

A más de estos indicadores propuestos se han considerado otros indicadores que son utilizados para el correcto y completo análisis del desempeño de una red de datos, tales como: Jitter(fluctuación)y Bandwidth(Ancho de Banda)

A continuación se definen todos los indicadores antes mencionados:

- **Throughput:** Es la cantidad de información transferida en una dirección a través de un enlace dividido por el tiempo tomado para transferirla, expresado en bits o bytes por segundo. Generalmente el throughput en la interfaz de radio es medida como el rendimiento de la carga útil efectiva en el enlace de radio control.

El throughput es uno de los indicadores más importantes del desempeño de usuario. Mide la velocidad en que el usuario es capaz de recibir y enviar datos desde y hacia la red. Es medido como la división entre la información transferida y el tiempo necesario para la transmisión, así cualquier retardo extra que es considerado en las mediciones (sumado a la transmisión en tiempo real) disminuirá el throughput percibido por el usuario final.[ 8 ]

Según el RFC 1242 sección 3.17, Throughput es la tasa máxima a la cual ninguna de las tramas enviadas es descartada por el dispositivo.

A continuación se especifica la fórmula que es utilizada para el cálculo de este indicador y a su vez se describen cada uno de sus términos:

$$Throughput \leq \frac{RWIN}{RTT}$$

Donde:

- RWIN, es la tasa máxima de transferencia en bits.
  - RTT, es el tiempo de ida y vuelta, en segundos, empleado en la transferencia de datos a través del canal.
  - RTT debe ser diferente de cero.
- **Latency (latencia):** Es el tiempo que demora un paquete atravesar una conexión de red desde el emisor al receptor. La latencia es particularmente importante para protocolos síncronos donde cada paquete tiene que ser reconocido antes que el próximo sea transmitido. Por ejemplo, Conexiones TCP y algoritmos de control de congestión son principalmente afectados por la latencia de la red.

Según el RFC 1242 sección 3.8, la latencia es el tiempo transcurrido entre el envío de un paquete y su recepción. [ 8 ]

A continuación se especifica la fórmula que es utilizada para el cálculo de este indicador y a su vez se describen cada uno de sus términos:

$$T = \frac{D[L]}{V[L]/[T]}$$

Donde:

- D, representa la longitud del enlace en unidades de longitud [L].
- V, representa la velocidad de desplazamiento real del frente de onda de la señal, en unidades de longitud [L] y tiempo [T].
- La división de V/T debe ser diferente de cero.
- T debe ser diferente de cero.

- **Frame Loss Rate:** Porcentaje de tramas pérdidas durante el envío constante de datos, debido a falta de recursos de red.

Según el RFC 1242 sección 3.6, porcentaje de tramas que deberían ser enviadas por un dispositivo de red bajo estado estacionario de carga (constante) pero no son enviadas por la falta de recursos.[ 9 ]

A continuación se especifica la fórmula que es utilizada para el cálculo de este indicador y a su vez se describen cada uno de sus términos:

$$FLR = \frac{(CEnt - CSal) * 100}{CEntr}$$

Donde:

- CEnt, es Contador de entrada, es el porcentaje de tramas que son enviadas por un dispositivo de red, sin unidades, debe ser diferente de cero.
  - CSal, es Contador de Salida, es el porcentaje de tramas que son receptadas, sin unidades.
  - FLR, es Frame Loss Rate.
- **Back-to-back frames:** Tramas de un mismo largo, enviadas a una tasa para la cual hay una separación legalmente mínima entre tramas, para un medio dado, durante un período de tiempo, comenzando desde el estado inactivo (idle time).

También conocida como: burstability or burst test.

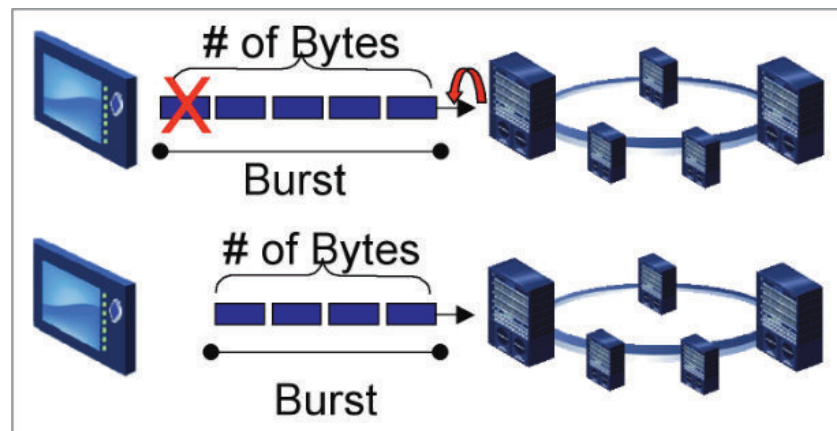
Implica el envío de una ráfaga de tramas con espacios mínimos entre tramas al dispositivo bajo prueba (DUT<sup>7</sup>) y contar el número de tramas enviadas por el DUT. Si el conteo de tramas de recepción es igual al número de tramas transmitidas, la longitud de la ráfaga se incrementa y la prueba se vuelve a ejecutar. Si se pierde una trama, la longitud de ráfaga se acorta.

---

<sup>7</sup>DUT: Equipo de pruebas de rendimiento de datos.



Para la medición de este indicador es necesario utilizar el dispositivo bajo prueba "DUT", ver **Figura 8.**[ 10 ]



**Figura 8.** Back to back to Frames

Fuente:<http://www.dlink.com/es/es/home-solutions/connect/switches>

- **Bandwidth:** Es la máxima velocidad de transferencia de datos entre los dos extremos de la red. Este límite está dado por la infraestructura física de los enlaces (es la cota superior) y los flujos procedentes de otros nodos origen-destino que comparten algunos de los enlaces de la ruta en cuestión.

A continuación se especifica la fórmula que es utilizada para el cálculo de este indicador y a su vez se describen cada uno de sus términos:

$$BW = \frac{8N}{T_f - T_i} (Mbps)$$

Donde:

- N, es el tamaño en bytes del fichero descargado.
- $T_f$  y  $T_i$ , representan el tiempo, expresado en  $\mu s$ , de finalización e inicio de la descarga del fichero respectivamente; debe ser diferente de cero.
- **La Fluctuación (Jitter):** es un efecto de las redes de datos no orientadas a conexión y basadas en conmutación de paquetes. Como la información se envía en paquetes cada uno de los paquetes puede seguir una ruta distinta para llegar al destino.

El Jitter se define técnicamente como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino. [ 10 ]

A continuación se especifica la fórmula que es utilizada para el cálculo de este indicador y a su vez se describen cada uno de sus términos:

#### **Jitter periódico:**

$$J_{per} = T_{per}(1) - T_0$$

Donde:

- $T_{per}(1)$ , es el periodo de oscilación de la primera oscilación después del evento iniciador.
- $T_0$ , es el periodo de oscilación ideal.

#### **Jitter de ciclo-a-ciclo:**

$$J_{cc} = \max (T_{per}(n) - T_{per}(n + 1))$$

Se averigua la desviación máxima de un periodo con respecto al siguiente.

#### **Jitter acumulado**

$$J_{ac}(n) = T_{per}(n) - n * T_0$$

En el caso de un jitter acumulado, se relaciona el jitter con un evento iniciador (ej. un flanco ascendente de una señal de reloj). Cuanto más lejos en el futuro esté la señal de reloj, mayor será el desplazamiento, cuando el jitter no está repartido de forma uniforme.

## **2.2 HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UNA RED DE DATOS**

Para la evaluación del rendimiento de una red de datos, se procederá a realizar un estudio de la(s) herramientas que permitirán monitorear y evaluar la red de datos de tecnología Ethernet en función de los indicadores antes establecidos.

### **2.2.1 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE LA RED DE DATOS**

A continuación se describen las principales herramientas utilizadas en la evaluación del rendimiento de una red de datos. Estas 5 herramientas han sido seleccionadas por su presencia en estudios y tesis relacionadas con evaluaciones de red:

#### **Ntop**

Es un analizador de tráfico que muestra el uso de la red y permite monitorizar en tiempo real. Su nombre es una derivación de "Top"<sup>8</sup>.

Las características principales son:

- Es un software libre con licencia GPL.
- Está diseñado para varias plataformas.
- Clasifica los paquetes de acuerdo a los protocolos empleados.
- Identifica routers, DNS, proxy y servidores de Internet, e informa acerca del estado de los paquetes y los servidores.
- Tiene soporte para tecnologías propietarias de Cisco, para la recolección de estadísticas de IP.
- Capaz de analizar el tráfico IP y clasificar de acuerdo a la fuente o Destino.
- Las estadísticas pueden ser agrupadas por protocolo y por número de puerto.
- Reconoce el sistema operativo de algunos dispositivos, puede ser ejecutado desde casi cualquier plataforma.

---

<sup>8</sup> Top: Utilidad tradicional que muestra los principales usuarios de los ciclos de la CPU.

- Cuenta con una interfaz web
- Maneja un historial de mediciones.[ 11 ]

La herramienta permite medir los siguientes indicadores:

- Throughput
- Bandwidth
- Pérdida de Paquetes.

### **Jperf**

Es una herramienta de prueba de uso de red que puede crear flujo de datos UDP y TCP, fue desarrollada por el Distributed Applications Support Team (DAST) en el National Laboratory for Applied Network Research (NLANR) y está desarrollada en C++.[ 12 ]

Las características principales son:

- Permite usar diversos parámetros de red para las pruebas.
- Tiene la funcionalidad de cliente y servidor, permitiéndole medir el rendimiento en los dos extremos.
- Es un software de código abierto.
- Está diseñado para trabajar en varias plataformas.
- Utiliza diferentes capacidades de TCP y UDP para proveer datos estadísticos acerca de los enlaces de red.
- Contiene una interfaz gráfica, o mediante línea de comandos.

La herramienta permite medir los siguientes indicadores:

- Latencia.
- Jitter
- Pérdida de Datagramas
- Perdida de Paquetes
- Bandwidth
- Throughput
- Retardo

## PRTG Network Monitor

Es una herramienta de monitorización, sucesora de Paessler Router Traffic Grapher que supervisa la disponibilidad y uso de la red utilizando SNMP.

Las características principales son:

- Es un software de licencia Freeware<sup>9</sup>.
- Los datos de monitorización son guardados en una base de datos para poder generar reportes históricos.
- Las funciones del programa incluyen: monitorización del tiempo de actividad/inactividad, tráfico y uso, revisión de paquetes, análisis profundo y proporcionar reportes.
- Una interfaz amigable basada en web que permite configurar dispositivos y sensores de red para monitorizar.
- Genera reportes con acceso a gráficos y tablas de datos.
- Integra los métodos de adquisición de datos de uso de red: SNMP (Simple Network Management Protocol) y WMI (Windows Management Instrumentation), incluyendo el uso de puertos individuales de switches y routers.
- Posee sensores para los servicios de red comunes (PING, HTTP, SMTP, POP3, FTP, etc.), permitiendo a los usuarios monitorizar redes por velocidad y fallas.
- Analiza la red LAN o WAN utilizando sniffing para inspeccionar los paquetes de datos.
- Cuenta con el protocolo NetFlow<sup>10</sup> que es usado por muchos enrutadores Cisco para medir el uso de ancho de banda. [ 13 ]

La herramienta permite medir los siguientes indicadores:

- Perdida de Paquetes
- Bandwidth
- Throughput

---

<sup>9</sup>Freeware: define un tipo de software que se distribuye sin costo, disponible para su uso y por tiempo ilimitado

<sup>10</sup>Net Flow protocolo de red desarrollado por Cisco Systems para recolectar información sobre tráfico IP.

Está basado en UDP o SCTP. Cada registro de netflow es un paquete pequeño que contiene una capacidad mínima de información, pero en ningún caso contiene los datos crudos o en bruto del tráfico.

## **Nagios**

Nagios es un sistema de monitorización de equipos y de servicios de red.

Herramienta de código abierto desarrollada en C, creada para correr en la plataforma Linux y que permite extender su funcionalidad con la utilización de extensiones.

Las características principales son:

- Monitoriza servidores y servicios que le sean especificados notificando los cambios que se hayan producido en los dispositivos.
- Tiene licencia GNU publicada por la Free Software Foundation.
- Monitoriza servicios de red, como los protocolos SMTP, POP3, HTTP, ICMP.
- Contiene una interfaz web opcional, para observar el estado de la red actual, notificaciones, historial de problemas, archivos logs, etc.
- Para su funcionamiento Nagios requiere una computadora con sistema operativo Linux (Unix), un compilador de C y opcionalmente un servidor.

[ 14]

La herramienta permite medir los siguientes indicadores:

- Perdida de Paquetes
- Bandwidth
- Throughput

## **Snort**

Es un sniffer y un detector de intrusos basado en red. Implementa un motor de detección de ataques y barrido de puertos que permite registrar, alertar y responder ante cualquier anomalía previamente definida.

Las características principales son:

- Se encuentra bajo la licencia pública general de GNU.
- Funciona en los sistemas operativos Windows y Unix
- Su uso es a través de línea de comandos.
- Snort puede llegar a ser configurado de tres formas para su ejecución:

Modo Sniffer: lee los paquetes salientes de la red y los muestra de manera continua en la pantalla de la consola.

Modo registro de paquetes: Permite guardar en un archivo la información de los paquetes para un análisis posterior.

Modo Sistema de Detección de Intrusos en Red: Permite el análisis del tráfico de red, para buscar paquetes que coincidan con algún patrón establecido en las reglas de configuración y después, efectuar acciones, dependiendo de estas reglas. [ 15 ]

La herramienta permite medir los siguientes indicadores:

- Pérdida de Paquetes
- Throughput

### **Resumen de características de las herramientas de medición**

Una vez descrita cada una de las herramientas, a continuación se procede a realizar un cuadro con características para ser tomadas en cuenta para la realización de la guía de evaluación del rendimiento de red. Ver **Tabla 2**.

Las características tomadas en cuenta son las siguientes: Recolección de datos, Plataforma soportada, Tipo de software, Permisos de usuario, Generación de reportes.

**Tabla 2.** Criterios de selección de las herramientas de evaluación del rendimiento de una Red<sup>11</sup>

Criterio	Descripción		Ntop	Jperf	PRTG Network Monitor	Nagios	Snort
	Que parámetros o que indicadores permite medir la herramienta.	Indicadores					
<b>Recolección de Datos</b>		Throughput	✓	✓	✓	✓	✓
		Latencia.	X	✓	X	X	X
		Frame loss rate	X	X	X	X	X
		Bandwidth	✓	✓	✓	✓	X
		Jitter	X	✓	X	X	X
<b>Compatibilidad con Sistemas Operativos</b>	Facilidad de la herramienta para ser instalada o usada en sistemas operativos como Linux, Windows, IOS.		✓	✓	X	X	✓
<b>Tipo de Licencia</b>	La Herramienta utiliza licencia libre.		✓	✓	X	✓	✓
<b>Generación de Reportes</b>	La herramienta permite la generación de reportes para un análisis posterior.		X	✓	✓	X	X
<b>Consumo de recursos de la red</b>	Consumo mínimo de recursos de red.		✓	✓	✓	✓	✓
<b>Registro de logs</b>	La herramienta permite almacenar y registrar logs de las medidas realizadas.		✓	✓	✓	✓	✓

<sup>11</sup>Fuente: Autores



## **2.3 ELABORACIÓN DE LA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UNA RED DE DATOS**

En esta guía se definirán las fases y los procesos a seguir para la evaluación del rendimiento de una red de datos. Cada una de las fases indicará los lineamientos, directrices y procedimientos a seguir para la elaboración de la misma.

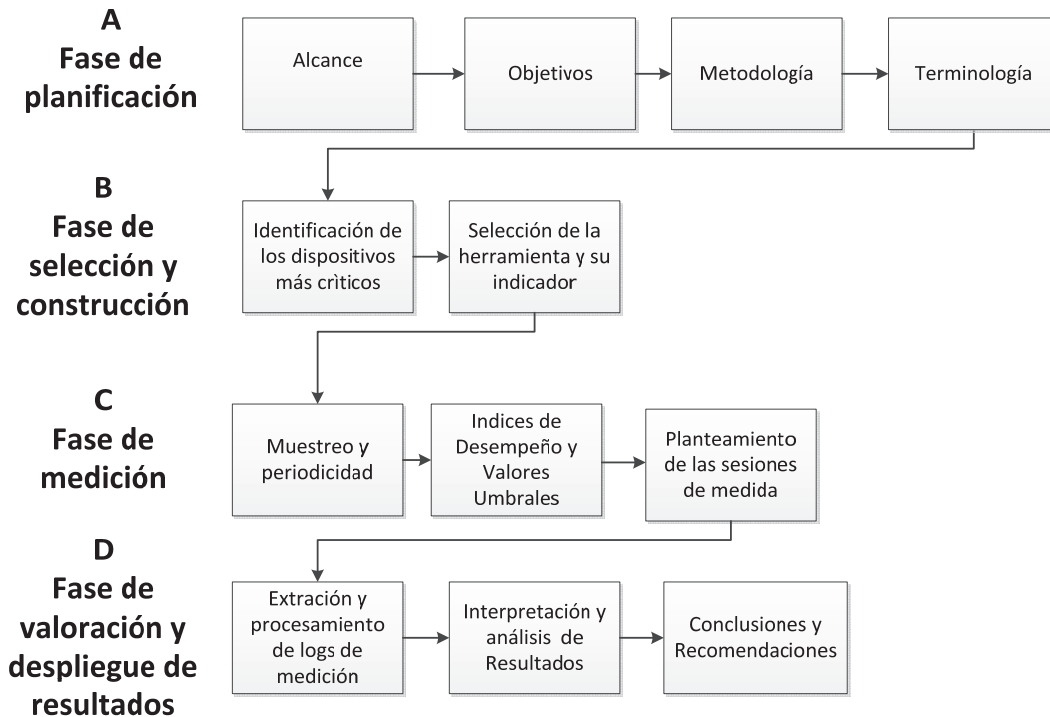
Se debe tomar en cuenta que para la aplicación de la guía se requiere de un conocimiento previo de la organización.

### **2.3.1 FASES DE LA GUÍA DE EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE UNA RED DE DATOS**

Esta guía ha sido elaborada en base al estudio de tesis, papers y buenas prácticas enfocadas en la evaluación de una red de datos. También se ha tomado en consideración algunos procesos y aspectos de auditorías informáticas.

El estudio de las metodologías de pruebas, los estándares y las normas nacionales e internacionales también contribuyó al desarrollo y a la retroalimentación de las tareas, procesos y entregables de cada fase.

En la **Figura 9**, se visualiza las fases que se contemplarán en la guía de evaluación de rendimiento de una red de datos.



**Figura 9.** Fases de la guía de evaluación del rendimiento de una red.  
Fuente: Autores.

A continuación se describe cada una de las fases de esta guía.

## A. Fase de Planificación

En la fase de planificación se define el alcance, los objetivos, la metodología a seguir y la terminología a ser utilizada.

### A.1 Alcance

En el alcance se deben definir los indicadores que se tomarán en cuenta para evaluar el rendimiento de una red de datos.

Los indicadores recomendados a la RFC 1242, para la evaluación del rendimiento de una red de datos son:

- Throughput
- Latencia
- Frame loss rate
- Back-to-back frames (Para su medición se requiere de un DUT<sup>12</sup>).

<sup>12</sup>DUT: Equipo de pruebas de rendimiento de datos.

Adicionalmente se recomiendan los siguientes indicadores los cuales han sido considerados en base a las buenas prácticas para el análisis del rendimiento de una red:

- Jitter
- Bandwidth.

Se deben definir las redes o los segmentos de red que serán considerados para la evaluación del rendimiento de la red.

Finalmente, se especificarán las tareas que no se van a realizar en la evaluación del rendimiento de la red de datos.

## **A.2 Objetivos**

Se define un objetivo general y al menos un objetivo específico; considerando el planteamiento de los mismos en base a los resultados que se quieran obtener.

## **A.3 Metodología**

Se plantearán las metodologías de pruebas, los estándares y las normas nacionales e internacionales utilizadas a lo largo de la evaluación.

Para la evaluación del rendimiento de una red Ethernet se recomienda lo siguiente:

- RFC 2544.- Es un estándar internacional formulado por el RFC (Request For Comments). Proporciona varios métodos de prueba específicos para los parámetros definidos en RFC1242, y establece disposiciones detalladas para los formatos de resultados.[**16** ]
- ITU-T Y.1564 Documento de la Unión internacional de Telecomunicaciones que define una metodología de ensayo que puede utilizarse en la evaluación de configuración y funcionamiento de una red Ethernet.[ **17** ]
- UIT-T G.1010.- Documento de la Unión internacional de telecomunicaciones donde se define un modelo de categorías de calidad de servicio (QoS) para servicios multimedios desde el punto de vista del usuario externo.[ **18** ]
- Reglamento de prestación y calidad de los servicios de la Sutel.- Reglamento bajo el cual la Sutel establece las condiciones mínimas de

calidad de los servicios de telecomunicaciones disponibles al público y las condiciones de evaluación respecto a la calidad, cantidad, oportunidad, continuidad y confiabilidad.[ 19 ]

#### **A.4 Terminología**

Se establecerá un glosario de palabras o conocimientos conceptualizados utilizados en la evaluación del rendimiento de red.

### **B. Fase de selección y construcción**

En la fase de selección y construcción se identifican los dispositivos críticos que serán evaluados para determinar el rendimiento de la red.

Para efectuar la evaluación se analizará el tráfico que circula a través de los dispositivos críticos.

Se determinan también las herramientas que serán utilizadas para medir cada indicador seleccionado en la fase de **A1.Alcance**.

#### **B.1 Identificación de los dispositivos más relevantes(Críticos)**

Se debe realizar un análisis para la identificación de cada uno de los dispositivos de red en base a su criticidad, funcionalidad y prioridad.

#### **B.2 Selección de la herramienta e indicador**

Se debe seleccionar la herramienta que será utilizada para medir cada indicador especificado.

### **C. Fase de Medición**

En la fase de medición se definirá el muestreo y la periodicidad, índices de desempeño y valores umbrales y planteamiento de las sesiones de medida.

### **C.1 Muestreo y Periodicidad.**

Se define el período y el horario de medición.

En el muestreo se define el tamaño de la trama que será enviado y el horario de medición.

En la periodicidad se especifica el tiempo definido y las mediciones que se tomarán en el transcurso del mismo.

Se definen varios aspectos como horas pico, horarios de procesamiento y transaccionalidad, etc. Se recomienda que las mediciones sean realizadas en períodos representativos.

### **C.2 Índices de desempeño y valores umbrales**

Se tomará en cuenta los valores umbrales de cada indicador para el análisis del rendimiento de la red de datos.

Se debe representar en tablas a los valores umbrales y los índices de desempeño, basados en los documentos y estándares definidos en la fase **A.3 Metodología**.

### **C.3 Planteamiento de las sesiones de medida.**

Se debe realizar un cuadro resumen donde se especifica el dispositivo crítico, indicador, herramienta, muestreo y periodicidad, ver Tabla 3.

**Tabla 3.** Tabla ejemplo “Planteamiento Sesiones de medida”<sup>13</sup>

<b>Dispositivo Crítico</b>	<b>Indicador</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Muestreo</b>	<b>Periodicidad</b>
Referirse a la fase B.1	Referirse a la fase B.2	Referirse a la fase B.2	Referirse a la fase C.1	Referirse a la fase C.1

### **D. Fase de valoración y despliegue de resultados**

En esta fase se debe realizar la extracción de los logs de medición para interpretar y analizar los resultados obtenidos en base a los índices de desempeño y umbrales definidos anteriormente. Finalmente se establecerán las

<sup>13</sup>Fuente: Autores

respectivas conclusiones y recomendaciones de la evaluación de la Red de Datos.

### **D.1 Extracción y procesamiento de logs.**

Una vez tomadas las mediciones de los indicadores con su respectiva herramienta, se procede a la extracción y procesamiento de los datos. Los resultados deben ser presentados en tablas y en gráficos representativos.

### **D.2 Interpretación y análisis de resultados.**

En esta fase se lleva a cabo el análisis de los resultados obtenidos, los mismos deben ser comparados con los índices de desempeño y los valores umbrales antes definidos en la sesión **C.2 Índices de desempeño y valores umbrales**.

Se podría tomar en cuenta los siguientes aspectos para facilitar el análisis de los resultados de los indicadores definidos en la guía:

Si el porcentaje del umbral para el indicador Throughput está por debajo del establecido, se podría considerar lo siguiente:

- La capacidad efectiva de transferencia de datos sobre el enlace no es la óptima.
- Los protocolos (TCP/UDP) de capa de transporte que utiliza la aplicación definen el rendimiento. Una sesión UDP tiene un 20% más de performance que una sesión TCP sobre el mismo enlace.
- Equipos que cumplen la función de filtrado de paquetes(Firewalls) pueden bajar la capacidad de transferencia de enlace.
- La capacidad de transferencia de enlace variará dependiendo del: sitio de prueba, distancia física del servidor, los tamaños de archivos usados en las transacciones, la capacidad de conexión a Internet en ambos sitios, la hora del día, entre otros.

Si el porcentaje del umbral para el indicador Latency está por encima de lo establecido, se podría considerar lo siguiente:

- Existirá un retraso en la transmisión de paquetes y el procesamiento de datos o incluso periodos de inactividad en los servicios.
- Los servicios de comunicación en tiempo real como por ejemplo VoIP, se verán afectados ya que se perderá calidad de servicio, tiempos de respuesta, entre otros.
- Los enlaces de transmisión pueden generar Latency, sin embargo el software también puede ser responsable de generar retraso. Un software mal diseñado no puede ser capaz de procesar a tiempo las peticiones receptadas.
- La distribución de carga de acuerdo a los nodos existentes y a la capacidad de red son aspectos que podrían minimizar los retardos.

Si el porcentaje del umbral para el indicador Frame Loss Rate está por encima de lo establecido, se podría considerar lo siguiente:

- La integridad de la información se verá afectada por la pérdida de las tramas.
- La utilización completa de una cola de un enrutador (encolamiento) causa que algunos paquetes sean desechados.
- Una alta tasa de transferencia no soportada por la red, generará pérdida de paquetes.

Si el porcentaje del umbral para el indicador Jitter está por encima de lo establecido, se podría considerar lo siguiente:

- Baja calidad de servicio en aplicaciones de tiempo real como VoIP o "streaming" de video debido a que algunos paquetes pueden llegar demasiado pronto o tarde a su destino.
- Al tener un Jitter demasiado grande, no se puede asegurar que la información crítica llegue a tiempo.
- La interferencia que se genera en los dispositivos de interconexión (switches, cables) generan jitter.

Si los valores obtenidos de las mediciones para el indicador Bandwidth superan el umbral definido, se podría considerar lo siguiente:

- El Bandwidth contratado no es suficiente, tomar en cuenta la relación de compartición ofrecida por el proveedor, ejemplo compartición 1:1, 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, entre otros.
- La configuración efectuada, a nivel de distribución de carga en los diversos dispositivos de red afectarán al ancho de banda limitándolo.
- El mal uso de los recursos de red con navegación indebida (Redes Sociales, Youtube) comprometerá el Bandwidth.

### **D.3 Conclusiones y recomendaciones.**

Se establecerán las respectivas conclusiones y recomendaciones; tomando en cuenta los resultados obtenidos de la evaluación de la Red de Datos.



## **CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE LA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA RED DE DATOS DE LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES “TELPROYEC”**

En el capítulo se realiza la descripción del caso de estudio, empezando con la caracterización de la empresa, inventario informático y un análisis de la estructura física de la red de datos.

Además en función de las fases de la guía de evaluación del rendimiento de una red de datos con tecnología Ethernet, definidas en el Capítulo 2, se aplicará cada una de las mismas para el caso de estudio de la empresa de telecomunicaciones Telproyec.

### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO**

Dado que para aplicar la guía se requiere tener un conocimiento de la organización, se procede con la caracterización de la organización.

#### **3.1.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN**

##### **ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

TELPROYEC CIA. LTDA., es una empresa constituida mediante escritura pública otorgada ante el Notario Trigésimo Primero del Distrito Metropolitano de Quito, el 13 de Mayo del 2008, con resolución de la Superintendencia de Compañías No 08.Q.IJ.001777, e inscrita en el Registro Mercantil del Cantón Quito el 28 de mayo del 2008.; se dedicada a las Actividades de Planificación, Organización de Proyectos de Telecomunicaciones.

Ésta empresa está constituida legalmente en el Ecuador, misma que enfoca su esfuerzo en el servicio de alta calidad. Su objetivo principal es la prestación de servicios de telecomunicación a nivel nacional en diversas áreas, teniendo en cuenta los siguientes procesos:

Al momento la empresa cuenta con 160 Empleados, distribuidos en varias provincias del Ecuador, teniendo sus oficinas principales en Quito y Guayaquil.[20]

### **Datos de la empresa**

**Razón Social:** Telproyec Cía. Ltda.

**Dirección:** La Pinta 236 y La Rábida 4to. Piso Oficina 402

### **Misión**

Brindar servicios de telecomunicaciones de calidad que superen las expectativas de nuestros clientes, para lo cual tenemos personal altamente calificado, técnica y humanamente, que realizan las actividades en los plazos comprometidos y generando beneficios a nuestros clientes, trabajadores y sus familias.[ 20 ]

### **Visión**

Telproyec será el socio estratégico de sus clientes, que se distinga por proporcionar una calidad de servicio excelente, ampliación de oportunidades en el desarrollo profesional y personal de sus empleados, con responsabilidad social, siendo así un aporte a la sociedad.[ 20 ]

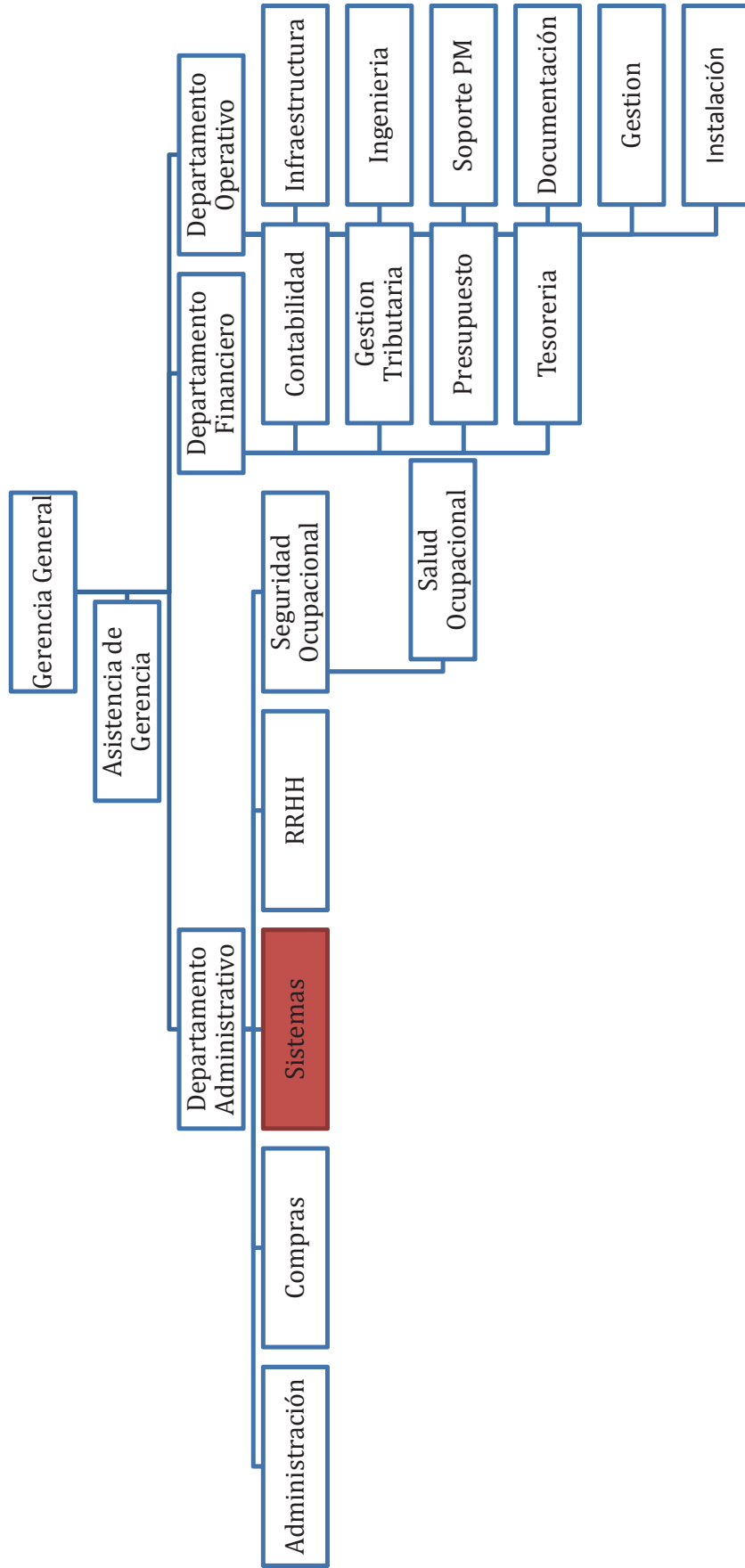
### **Objetivos**

- Lograr posicionarnos como líderes de mercado en la prestación de servicios de telecomunicación de calidad, satisfaciendo los requisitos y expectativas de los clientes.
- Obtener la ISO 9001:2008 para el estándar de los procesos de la empresa.
- Diversificar aún más los servicios que brindamos, enfocados en brindar servicios con soluciones globales llave en mano.
- Elevar la eficacia de los servicios, reduciendo el 20% las observaciones, controlando periódicamente las actividades operativas y de soporte.

- Mejorar los procesos en calidad de tiempo y entregas con el apoyo de los equipos de trabajo fomentados en la empresa.

### **ORGÁNICO FUNCIONAL**

Telproyec para cumplir con la demanda de los servicios que son solicitados por sus clientes maneja una estructura organizacional jerárquica teniendo a la cabeza de la empresa la Gerencia General, la cual es asistida por tres departamentos, los cuales son: Departamento Administrativo, Departamento Financiero, Departamento Operativo, tal como se puede observar en la *Figura 10.*[ 20 ]



**Figura 10.** Estructura Organizacional de TELPROYEC Cia. Ltda  
Fuente: Autores

A continuación, se describen las principales actividades de estos departamentos.

### **Departamento Administrativo**

- Gestionar las actividades de dirección de la empresa.
- Llevar el control de los demás departamentos que conforman la empresa.
- Controlar el entorno interno de la empresa.
- Regular el control de eficiencia de los empleados.
- Administrar la información financiera.
- Llevar controles legales además del trato directo con los clientes.
- Satisfacer las necesidades de información y de procesamiento de datos de la empresa.

### **Departamento Financiero**

- Controlar la administración de los recursos económicos de la empresa, administra los activos al igual que los pasivos.
- Determinar cómo conseguir ingresos para la empresa y como se deben implementar para obtener beneficios.
- Planear la inversión de estos recursos para adquirir ganancias que fortalecerá a la empresa.

### **Departamento Operativo**

- Planear y organizar desde la cadena de suministros, los requerimientos para una etapa de difusión exitosa hasta las solicitudes del departamento administrativo.
- Maximizar todos los recursos que estén disponibles y lograr una comunicación constante y directa con todos los otros departamentos de la empresa, para alcanzar las expectativas como un todo.

## **UNIDAD DE SISTEMAS**

La Unidad de Sistemas, es el encargado de satisfacer las necesidades de preparación computacional de todos los miembros de la empresa de telecomunicaciones Telproyec, además es el responsable de ofrecer soluciones informáticas y el equipo necesario para su implementación.

La Unidad de Sistemas, como se puede observar en el Orgánico Funcional de la empresa, se encuentra ubicado como parte fundamental de la administración, siendo el núcleo que proporciona la información a toda la empresa, además de encargarse de la seguridad de la misma.

Las principales actividades de la Unidad de Sistemas son:

- La administración y mantenimiento de los sistemas computacionales existentes en la empresa.
- Asesoría y capacitación a los diferentes departamentos de la empresa.
- Estudios de factibilidad, compra e instalación de equipo.
- Evaluación y adquisición de software.
- Desarrollo de nuevos sistemas.
- Elaboración de manuales y documentación.
- Administración y mantenimiento de PC's, redes y equipo.
- Revisión periódica de las necesidades de información.
- Contratación de servicios y asesorías externas.
- Mantenimiento y reparación de equipo de cómputo.
- Control de compras de todo lo relacionado con equipo computacional, software, consumibles y accesorios computacionales.
- Implementación y administración de los servicios de Internet e Intranet y correo electrónico.

Actualmente, la empresa de Telecomunicaciones Telproyec, no cuenta con un plan estratégico de la Unidad de Sistemas.

## **Roles de la Unidad de Sistemas**

### **Jefe de la Unidad de Sistemas**

Es la persona responsable de hacer cumplir las funciones y objetivos del departamento de sistemas, acoplando los mismos a las necesidades de la empresa.

Las principales actividades que desempeña son:

- Participa en la formulación del Plan Estratégico de la empresa de telecomunicaciones Telproyec.
- Revisa los requerimientos informáticos que cada departamento posee para poder solventarlos de la mejor manera en el menor tiempo posible.
- Coordina la planeación del desarrollo de las diferentes actividades a cargo del Departamento de Sistemas.
- Coordina el presupuesto correspondiente al Departamento de sistemas.
- Coordina las actividades de supervisión del Departamento de Sistemas.
- Coordina el soporte proporcionado por el Departamento de Sistemas a los demás Departamentos.
- Coordina la definición de normas, estándares y metodologías para el desarrollo, implantación y mantenimiento de aplicaciones de cómputo.
- Coordina la operación y desarrollo de aplicaciones de Comunicaciones de Voz y Datos.
- Coordina las actividades de capacitación en materia de informática para mejorar el aprovechamiento de los recursos informáticos.
- Coordina la adquisición de diversos equipos computacionales que llegue a requerir la empresa de Telecomunicaciones Telproyec.

## **Analista – Diseñador de Sistemas**

Es la persona encargada de participar en desarrollo, implementación, evaluación y mejoramiento de los sistemas computacionales.

Se encarga de analizar, diseñar, programar, implementar y realizar mantenimiento a las aplicaciones requeridas por la empresa de Telecomunicaciones Telproyec.

Las principales actividades que desempeña son:

- Análisis y diseño de los sistemas informáticos.
- Supervisa la programación, documentación, archivos y programas de cada sistema.
- Desarrollar las aplicaciones software solicitadas por la empresa.
- Diseña, implementa y evalúa metodologías de desarrollo de software.
- Elabora gráficas y diagramas de flujo para describir el proceso de análisis de los datos antes de efectuar el desarrollo.
- Efectúa pruebas de los programas elaborados para eliminar o corregir deficiencias o errores.
- Supervisa las actualizaciones de los programas que son utilizados en los diferentes departamentos que conforma la empresa.

## **Soporte Técnico**

Es la persona encargada de atender los requerimientos que se presentan en el día a día de todos los usuarios de la empresa de Telecomunicaciones Telproyec.

Las principales actividades que desempeña son:

- Mantiene en óptimas condiciones de funcionamiento el equipo de cómputo de propiedad de la empresa, proporcionando para ello, el mantenimiento correctivo que requiera.



- Adapta el equipo computacional, a fin de ampliar su capacidad de procesamiento, conforme a los recursos técnicos con que cuente el Departamento.
- Instala los programas de aplicación (procesador de textos, hojas de cálculo, bases de datos, estadísticos, entre otros) y comunicación (navegadores de Internet) adquiridos por la empresa; así como los desarrollados dentro del Departamento de Sistemas.
- Proporciona mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de soporte de la red (aire acondicionado, dispositivos contra incendios, planta de emergencia).
- Verifica que el equipo computacional adquirido por el Departamento de Sistemas, se encuentre en óptimas condiciones de uso.
- Realiza pruebas de interoperabilidad de software.
- Asesora a los usuarios en el manejo de equipo de cómputo.

### **Diseñador de Base de Datos**

El diseñador de bases de datos, es la persona que se encarga de identificar los datos que se almacenarán en la base y de elegir las estructuras apropiadas para la misma, se encarga de determinar los requerimientos de los usuarios que usarán la base. A partir de estos requerimientos, diseñara y creara la base de datos.

En definitiva, su objetivo fundamental es diseñar y desarrollar la base de datos.

Las principales actividades que desempeña son:

- Diseño conceptual de bases de datos.
- Diseño lógico de bases de datos
- Diseño físico de bases de datos

### **3.1.2 INVENTARIO INFORMÁTICO DE LA RED DE DATOS DE TELPROYEC**

Para realizar el inventario de la red física de la empresa de telecomunicaciones Telproyec, inicialmente se procederá a realizar la selección de la(s) herramientas que permitirán obtener información de los dispositivos que integran la red de datos.

#### **SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE INVENTARIO**

A continuación se describen las principales herramientas utilizadas para obtener información de inventario de red.

##### **Total Network Inventory**

Es una herramienta que permite escanear los diferentes equipos que se encuentran interconectados en una red.

Las características principales son:

- Herramienta licenciada.
- La versión de prueba está disponible por 30 días y soporta el escaneo de hasta 50 equipos.
- Genera de manera automática reportes que pueden ser exportados a PDF y a Excel.
- Compatible con sistemas Windows, Mac y Linux; y con dispositivos que permiten el uso de snmp, tales como routers, switches, impresoras, ups y plantas telefónicas.
- Relaciona el número de serie de inventario a cada equipo y respectivo usuario.
- Obtiene detalles de la RAM, como memoria física, visible y virtual, ranuras.
- Muestra todos los dispositivos que se encuentran instalados en los equipos, incluyendo impresoras instaladas y dispositivos de interfaz humana.
- Obtiene información de motores de bases de datos y códec de audio y video. [ 21 ]

## **Global Network Inventory**

Global Network Inventory es un software potente, flexible y un sistema de inventario de hardware que se puede utilizar como un escáner de auditoría.

Las características principales son:

- Herramienta con licencia pagada.
- La versión de prueba está disponible por 30 días y soporta el escaneo de hasta 20 equipos.
- Detección de IP fiables y la identificación de dispositivos de red, tales como switches, impresoras de red, centros de documentación, y otros dispositivos.
- Analiza sólo los objetos que se necesite mediante la personalización de los elementos de análisis.
- Las plantillas son totalmente personalizables además de utilizar esquemas de color en todas las vistas e informes. Permite exportar datos a HTML, XML, Microsoft Excel y formatos de texto.
- Impresión personalizable, permite seleccionar las características que queremos imprimir.
- Permite efectuar exploraciones de inventario de manera programable en el tiempo especificado, cada hora, diario, semanal, mensual y anualmente.
- Los informes generados se pueden guardar en el disco, ser enviados por correo electrónico, o ambos.[ 22 ]

## **Everest**

Es un software utilitario completo de diagnóstico de PC, proporciona toda la información sobre su sistema, desde los dispositivos de hardware y software.

- Ofrece capacidades de evaluación comparativa y monitoreo de hardware con informes en tiempo real.
- La versión de prueba está disponible por 30 días y soporta el escaneo de hasta 50 equipos teniendo en cuenta una funcionalidad limitada.
- Diseñado para la facilidad de uso, es muy explícito incluso para los usuarios más novatos.

- Proporciona información detallada sobre todos los tipos de dispositivos de hardware, como procesadores , placas base , discos duros , unidades ópticas, tarjetas de video y los aceleradores gráficos, adaptadores de audio , impresoras , adaptadores de red , y mucho más .
- Crea resultados de referencia. Esto le permite tener una idea de lo rápido que el equipo está procesando información. Puede utilizar estos resultados de referencia para comparar la velocidad del ordenador, antes y después de la instalación de nuevo software.
- Los resultados pueden ser exportados a diferentes formatos: Excel, Pdf, HTML. Etc.[ 23 ]

### **Criterios de Selección de la herramienta de inventario**

Una vez descrita cada una de las herramientas, a continuación se procede a seleccionar cada una de ellas en función de los siguientes criterios: compatibilidad con los sistemas operativos, facilidad de uso, licenciado o no, generación de reportes, necesidad de agentes de escaneo y documentación de las herramientas. Ver **Tabla 4**.

**Tabla 4. Criterios de Selección de la Herramienta<sup>14</sup>**

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Total Network Inventory</b>	<b>Global Network Inventory</b>	<b>Everest</b>
<b>Compatibilidad con Sistemas Operativos</b>	Facilidad de la herramienta para ser instalada o usada en sistemas operativos como Linux, Windows, IOS.	✓	✓	✓
<b>Conocimiento previo de los autores sobre manejo de la herramienta</b>	Ha utilizado la herramienta con anterioridad.	X	X	X
<b>Tipo de licencia</b>	La herramienta usa licencia libre	X	X	X
<b>Versión de prueba</b>	La herramienta dispone en su versión trial de Días de prueba, número de equipos, etc .	✓	✓	✓
<b>Documentación de la herramienta a usar</b>	Posibilidad de encontrar soporte documentado de la herramienta.	✓	✓	✓
<b>Generación de reportes</b>	La herramienta permite la generación de reportes para un posterior análisis.	✓	✓	✓
<b>Presenta la información requerida o seleccionada previamente</b>	Permite seleccionar que tipo de inventario se va a efectuar, es decir: Estándar, Medio o Minucioso.	✓	✓	X
<b>No se requiere de agente de escaneo</b>	La herramienta no requiere de la instalación de un agente en la máquina o equipos a ser escaneados.	✓	✓	✓
<b>No consume los recursos de la red</b>	La herramienta no consume los recursos de la red o su consumo es mínimo de tal manera que no afectara el trabajo diario	✓	X	X

<sup>14</sup>Fuente: Autores

Teniendo en cuenta las diferentes características y criterios antes analizados, se determina que la herramienta a usar para efectuar el inventario será: Total Network Inventory, debido a que no requiere de un agente de escaneo, es una herramienta de fácil uso y dispone de soporte documental, además cuenta con versiones de prueba que permiten el escaneo de un máximo de 50 equipos durante un mes, solventando así el costo de uso de la herramienta.

Se debe tomar en cuenta que el consumo de recursos de la red será mínimo.

## **INVENTARIO DE HARWARE**

A continuación se procede a indicar el inventario de hardware de la empresa Telproyec.

### **Redes y Comunicaciones**

#### **Equipos Activos de la Red**

Los equipos activos de la red, corresponden a dispositivos o equipos que permiten comunicación entre otros equipos en una Red.

A continuación, se presenta una descripción de los equipos que actualmente brindan servicios a los usuarios de la red de datos de Telproyec. Los equipos activos están constituidos por los siguientes elementos:

#### **a. Modem Motorola SBV 5121**



**Figura 11.**Modem Motorola  
Fuente: Telproyec

Es un dispositivo que convierte las señales digitales en analógicas y viceversa. Está ubicado en el 5to piso donde se encuentra el Departamento Administrativo ver **Figura 11**.

Entre sus características más importantes destacan:

- Transmite y recibe datos mucho más rápido que los módems por discado tradicionales o los módems DSL (línea de suscriptor digital).
- Proporciona servicio telefónico a través de su conexión de cable, con las mismas funciones que el servicio telefónico tradicional.[ 24 ]

#### b. Router Híbrido EpygiQuadro M26x



**Figura 12.** Router Híbrido Quadro M26x

Fuente: <http://linksip.net/ProductDetails.aspx?ProductId=27>

Este router híbrido cumple la función de un Switch de distribución y a la vez funciona como una central telefónica PBX<sup>15</sup>.

Está ubicado en el 5to piso donde se encuentra el Departamento Administrativo, ver **Figura 12**.

Entre sus características más importantes destacan:

- Soporta 16 teléfonos VoIP (máximo 80 Teléfonos VoIP), 8 puertos FXO X y 26 puertos FXS x.
- Este equipo conecta a la red LAN con la red WAN.
- Posee una consola de administración propia.
- Densidad de puertos: 8 puertos.
- Puerto Ethernet LAN: 1 puerto (Trasferencia de datos: 10 Mbps – 100 Mbps).
- Puerto Ethernet WAN: 1 puerto (Trasferencia de datos de: 10 Mbps – 1 Gbps).[ 25 ]

---

<sup>15</sup>PBX: Private Branch Exchange, central telefónica conectada directamente a la red pública de telefonía por medio de líneas troncales para gestionar además las llamadas internas entrantes y salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica.

### c. Switch Linksys SRW248G4P



**Figura 13.** Switch Linksys 48 puertos

Fuente:[http://thegioilinhphukien.com/Switch-Linksys-SRW248G4-K9-SF300-48-\\_c\\_171\\_243\\_3898.html](http://thegioilinhphukien.com/Switch-Linksys-SRW248G4-K9-SF300-48-_c_171_243_3898.html)

Es un switch de distribución, se encuentra ubicado en el 5to piso donde se encuentra el departamento administrativo, ver **Figura 13**.

Entre sus características más importantes destacan:

- Densidad de puertos: 48 puertos.
- Transferencia de datos 10Mbps – 100Mbps
- Interconexión de datos Ethernet, Fast Ethernet.
- Estándares que soporta: IEEE 802.3, 802.3u<sup>16</sup>.
- Dispositivo de capa 2. [ 26 ]

### d. Switch Cisco SF302-08P



**Figura 14.** Switch cisco 8 puertos

Fuente:<http://www.tigerdirect.com/applications/SearchTools/item-details.asp?EdpNo=6720604>

Es un switch de acceso. Está ubicado en el 5to piso donde se encuentra el Departamento Financiero, ver **Figura 14**.

Conecta a puntos de acceso inalámbrico (Wireless).

Entre sus características más importantes destacan:

<sup>16</sup>IEEE 802.3u Estándar de velocidad de conexiones Ethernet y Fast Ethernet.



- Densidad de puertos: 8 puertos.
- Transferencia de datos: 10 Mbps -100Mbps
- Interconexión de datos: Ethernet, Fast Ethernet.
- Protocolos de red admitidos: IPv4/IPv6, HTTP, SNTP, TFTP, DNS, BOOTP.
- Estándares que soporta: IEEE 802.3, 802.3u<sup>17</sup>
- Dispositivo de capa 2 y 3.[ 27 ]

#### e. Switch Cisco SF20024P



**Figura 15.** Switch Cisco 24 puertos.

Fuente:<http://www.walmart.com/ip/Cisco-SLM224PT-NA-SF-200-24P-24-Port-10-100-PoE/23142406>

Es un switch de acceso. Está ubicado en el 2do piso donde se encuentra el Departamento Operativo, ver **Figura 15**.

Conecta a puntos de acceso inalámbrico (wireless).

Entre sus características más importantes destacan:

- Densidad de puertos:24 puertos
- Transferencia de datos: 10 Mbps -100Mbps
- Interconexión de datos: Ethernet, Fast Ethernet.
- Dispositivo de capa 2 administrable y con soporte SIM(módulo de identificación de suscriptor).
- Realiza control de ancho de banda y administración avanzada.[ 28 ]

<sup>17</sup>IEEE 802.3u Estándar de velocidad de conexiones Ethernet y Fast Ethernet.

#### f. Switch Cisco SF20048P



**Figura 16.** Switch cisco48 puertos.

Fuente:[http://www.bhphotovideo.com/c/product/813240-REG/Cisco\\_SLM248PT\\_NA\\_SF200\\_48P\\_48\\_Port\\_10\\_100\\_PoE.html](http://www.bhphotovideo.com/c/product/813240-REG/Cisco_SLM248PT_NA_SF200_48P_48_Port_10_100_PoE.html)

Es un switch de acceso. Está ubicado en la planta baja donde se encuentra el Departamento Operativo, ver **Figura 16**.

Conecta a puntos de acceso inalámbrico (wireless).

Entre sus características más importantes destacan:

- Densidad de puertos: 48 puertos.
- Transferencia de datos: 10 Mbps -100Mbps
- Interconexión de datos: Ethernet, Fast Ethernet.
- Dispositivo de capa 2 administrable y con soporte SIM(módulo de identificación de suscriptor).
- Realiza control de ancho de banda y administración avanzada.[ 29 ]

#### g. Wireless D-link 108G Router



**Figura 17.** Wireless D-link.

Fuente:<http://www.newegg.com/Product/Product.aspx?Item=N82E16833127173>

Este router inalámbrico (AP) funciona como un medio en que los dispositivos como laptops se conectan a Internet y a la red empresarial en varios puntos.

La red inalámbrica se encuentra disponible en todos los pisos de la empresa Telproyec, ver **Figura 17**.

Existe un router inalámbrico en cada uno de los departamentos y pisos

Entre sus características más importantes destacan:

- Densidad de puertos:4 puertos
- Transferencia de datos: 10 Mbps -100Mbps (LAN)
- Transferencia de datos WIFI: Hasta 54 Mbps
- Estándares que soporta: IEEE 802.3/3u, IEEE 802.11b/g
- Interconexión de datos: Ethernet, Fast Ethernet.
- Frecuencias: 2.4GHz - 2.4835GHz
- Dispositivo de capa 2 administrable y con soporte SIM(módulo de identificación de suscriptor).
- Realiza control de ancho de banda y administración avanzada.[ 30 ]

### **Equipos para la comunicación de voz**

Para brindar el servicio de telefonía IP, Telproyec utiliza la central telefónica híbrida Epygy Quadro M26X indicada anteriormente en la figura 12.

- h. A continuación, se presenta una descripción de los equipos que actualmente brindan servicios de telefonía a los usuarios de Telproyec.

#### **a. Teléfono digital Alcatel-Lucent Temporis 700**



**Figura 18.** Teléfono Alcatel – Lucent Temporis 700.  
Fuente: <http://www.alcatel-business.com/sites/default/files/>

Entre sus características más importantes destacan:

- Comunicaciones empresariales instantáneas.
- Alta calidad en sonido.
- Pantalla grande con identificación de llamadas.
- Conexión IP, con 2 puertos Ethernet 10 Mbps - 100 Mbps.
- Protocolo de VoIP que soporta MGCP y IAX.
- Teléfono IP, envía la señal de voz en forma digital, ver **Figura 18**. [ 31 ]

A continuación se procede a realizar un cuadro resumen de los dispositivos de conexión y comunicación utilizados en la empresa Telproyec, ver **Tabla 5**.

**Tabla 5.** Resumen de dispositivos de conexión y comunicación<sup>18</sup>

Dispositivo	Serie	Característica	Ubicación
Módem Motorola	SBV 5121	Dispositivo que convierte las señales digitales en analógicas y viceversa	5to Piso
Router Híbrido Epygi	Quadro M26x	Router híbrido el cual cumple la función de un Switch de distribución y actúa como una central telefónica.	5to Piso
Switch Linksys	SRW248G4P	Switch de distribución (48 puertos). Dispositivo de Capa 2	5to Piso
Switch Cisco	SF302-08P	Switch de acceso (8 puertos). Dispositivo de Capa 2 y 3.	5to Piso
Switch Cisco	SF20024P	Switch de acceso (24 puertos). Dispositivo de Capa 2 .	2do Piso
Switch Cisco	SF20048P	Switch de acceso (48 puertos). Dispositivo de Capa 2 .	Planta Baja
Wireless D-link	108G Router	Este router inalámbrico (AP) funciona como un medio en que los dispositivos como laptops se conectan a internet y a la red empresarial en varios puntos.	5to, 2do piso y Planta Baja
Teléfono digital Alcatel-Lucent	Temporis 700	Teléfono IP, envía la señal de voz en forma digital.	5to, 2do piso y Planta Baja

<sup>18</sup>Fuente: Autores.

## INVENTARIO DE SOFTWARE

La empresa Telproyec maneja varios tipos de software o aplicativos, los mismos que han sido clasificados en dos formas:

- Software Base.
- Software Aplicativo.

### Software Base

Es considerado como aquel software necesario para el funcionamiento de la PC, proporcionando control sobre el hardware.

A continuación en la **Tabla 6**, se presenta el software base disponible en la empresa Telproyec. Este software está instalado en las PC's.

**Tabla 6.** Descripción de software de las diferentes PC's<sup>19</sup>

Dispositivo	Software Base	Versión	Tipo de Licencia	Número de Licencias
Laptops	Windows 7	Profesional, Service Pack 2	Propietaria	140
Laptops	Windows Xp	Profesional, Service Pack 3	Propietaria	20

Actualmente Telproyec cuenta con 160 PC's distribuidas según la **Tabla 6**.

A continuación en la **Tabla 7**, se presenta la distribución de los PC's en las sucursales de Quito y Guayaquil.

**Tabla 7.** Descripción de la distribución de PC's según departamentos y localidad.<sup>20</sup>

Quito		Guayaquil	
Departamento	Número de PC's	Departamento	Número de PC's
Administrativo	20	Administrativo	20
Financiero	10	Operativo	70
Operativo	40		
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>Total</b>	<b>90</b>

<sup>19</sup> Fuente Autores.

<sup>20</sup> Fuente Autores.

## Software Aplicativo

Permite realizar tareas diarias que se presentan en los distintos departamentos de la empresa Telproyec.

A continuación en la **Tabla 8.** se presenta el software base disponible en la empresa Telproyec.

**Tabla 8.** Descripción de software Aplicativo de los diferentes equipos<sup>21</sup>

Nombre/Descripción	Versión	Tipo de Licencia	Tipo Software
<b>Microsoft Office</b>	Profesional, 2010	Propietaria	Utilitario
<b>McAfee</b>	Versión	Propietaria	Antivirus
<b>Avast</b>	Versión	Free	Antivirus
<b>SAP</b>	Blue Planet	Propietaria	Inventario
<b>Winrar</b>	Versión	Propietario	Utilitario
<b>Google Chrome</b>	Versión	Free	Explorador Web
<b>Software Base de PC.</b>	NA	NA	Software Utilitario

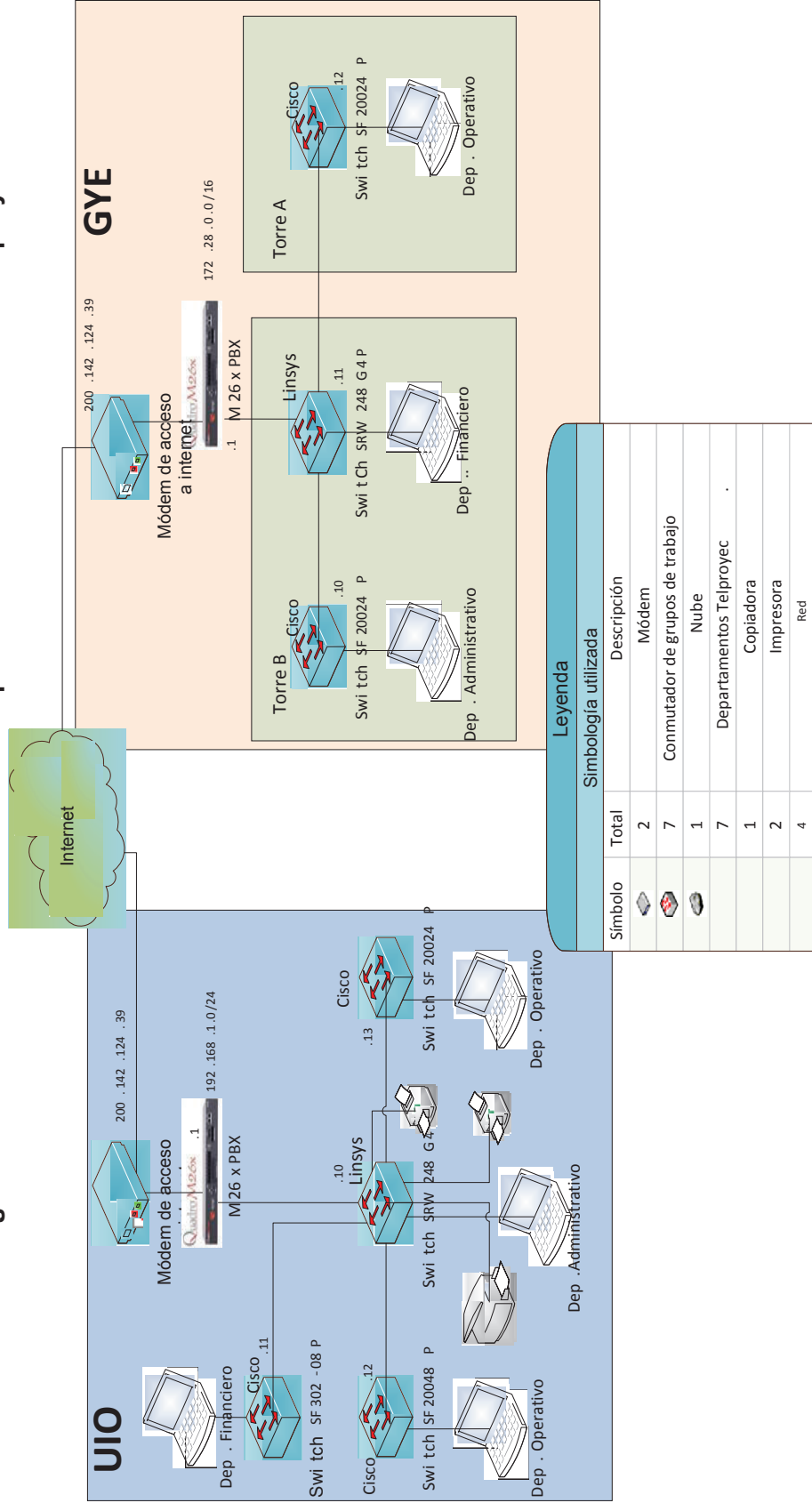
### 3.1.3 ESTRUCTURA FÍSICA DE LA RED DE DATOS

La empresa TELPROYEC cuenta con 2 sucursales ubicadas en las ciudades de Quito y Guayaquil. La topología de red que posee la empresa es una topología en árbol, la misma que se muestra en la **Figura 19**. Los dispositivos pertenecientes a la red se interconectan utilizando cableado UTP estructurado con categoría 5e.

---

<sup>21</sup> Fuente Autores.

### 3.1.3.1 Diagrama De La Estructura De Red De La Empresa De Telecomunicaciones “Telproyec”



**Figura 19.**Diagrama de la estructura de red de la empresa Telproyec.  
Fuente: Autores.

Telproyec Quito es la matriz de la empresa. Está situada estratégicamente en el edificio de Alcatel Lucent; uno de sus principales clientes. Sus departamentos se encuentran ocupando diferentes pisos en el edificio.

Telproyec Guayaquil es una sucursal ubicada en el centro de la ciudad, en un edificio de dos torres dentro del cual las oficinas están ubicadas en el 3er piso de las mismas.[ 20 ]

La descripción de la estructura actual con sus diferentes dispositivos de conexión que permiten la transmisión de datos entre Quito y Guayaquil, se pueden visualizar en la **Tabla 9**.

Para poder tener una idea más clara se procederá a detallar la información mediante tablas donde se indicará las características de los diferentes componentes.

**Tabla 9.** Detalle de los dispositivos de conexión de la empresa Telproyec.<sup>22</sup>

Equipo	Marca	Número de serie	Densidad de puertos	Ubicación	Tiempo de adquisición	Dispositivo de Capa
Switch	Linksys	SRW248G4P	48	UIO	2 Años	Capa 2
Switch	Cisco	SF302-08P	8	UIO	2 Años	Capa 3
Switch	Cisco	SF20024P	24	UIO	2 Años	Capa 2
Switch	Cisco	SF20048P	48	UIO	2 Años	Capa 2
Switch	Linksys	SRW248G4P	48	GYE	2 Años	Capa 2
Switch	Cisco	SF20024P	24	GYE	2 Años	Capa 2
Switch	Cisco	SF20024P	24	GYE	2 Años	Capa 2
Rack	Beau Coup	NA	NA	UIO/GYE	2 Años	NA
Router Híbrido	Epygi	Quadro M26X		UIO	2 Años	Capa 3
Router Híbrido	Epygi	Quadro M26X		GYE	2 Años	Capa 3

Para segmentar el tráfico de la red, se han configurado 2 VLANs<sup>23</sup>, estas VLANs están configuradas en el Router Epygi Quadro M26x en Quito:

- VLAN de Comunicación usada para proveer el servicio de VoIP y datos.
- VLAN Externa usada para datos de servicios externos.

<sup>22</sup> Fuente Autores

<sup>23</sup> VLAN, Virtual Local Área Network (Red de área local virtual)



El modelo de diseño jerárquico de redes se determina a través de sus respectivas capas<sup>24</sup> además de la funcionalidad que van cumpliendo los dispositivos en cada una de ellas; las capas son las siguientes:

### Capa de Acceso

Los dispositivos de esta capa se encargan de proporcionar la conexión a los dispositivos finales, tales como: PC's, Impresoras, Escáner, Teléfonos IP.

En la **Tabla 10.** se muestran los switch de conexión a dispositivos finales y su respectivo direccionamiento IP:

**Tabla 10.** Capa de Acceso<sup>25</sup>

Equipo/Marca	Número de serie	Ubicación	Direccionamiento IP
Switch Cisco	SF302-08P	UIO	192.168.1.11
Switch Cisco	SF20024P	UIO	192.168.1.13
Switch Cisco	SF20048P	UIO	192.168.1.12
Switch Cisco	SF20024P	GYE	172.28.0.10
Switch Cisco	SF20024P	GYE	172.28.0.12

### Capa de Distribución

Los dispositivos de esta capa se encargan de interconectar los Switch de acceso y core, aquí se controla el acceso a los recursos a través de la implementación de mecanismos de seguridad, también se encargan de controlar el tráfico que circula por ellos, en los cuales se encuentra configurado el ruteo dinámico, políticas de red y VLANs.

En la **Tabla 11.**, se muestran los switch de distribución y su respectivo direccionamiento IP:

<sup>24</sup> El modelo jerárquico propuesto por cisco, divide a las redes en 3 niveles: Capa de Acceso, Capa de Distribución y Capa de Core, esto permite diseñar, implementar, mantener y escalar la red.

<sup>25</sup> Fuente Autores

**Tabla 11.** Capa de Distribución<sup>26</sup>

Equipo/Marca	Número de serie	Ubicación	Direccionamiento IP
Router Linksys	SRW248G4P	UIO	192.168.1.1
Router Linksys	SRW248G4P	GYE	172.28.0.1

## Capa de Core

Los dispositivos de esta capa se encargan de conmutar el tráfico tan rápido como sea posible, estos interconectan los dispositivos de la capa de distribución y dan la cara a los recursos de Internet. También proporciona el servicio telefónico a través de cable, con las mismas funciones de un servicio telefónico tradicional.

Adicionalmente en esta capa los Switch proporcionan el servicio de VoIP.

En la **Tabla 12.** se muestran los switch de core y sus respectivo direccionamiento IP:

**Tabla 12.** Capa de Core<sup>27</sup>

Equipo/Marca	Número de serie	Ubicación	Direccionamiento IP
Router Epygi	Quadro M26X	UIO	192.168.1.1
Router Epygi	Quadro M26X	GYE	172.28.0.1

---

<sup>26</sup> Fuente Autores

<sup>27</sup> Fuente Autores

### **3.2 EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA RED DE DATOS DE LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES “TELPROYEC” EN BASE A LA GUÍA**

#### **A. FASE DE PLANIFICACIÓN**

##### **A.1 ALCANCE**

La evaluación del rendimiento de la red de datos de la empresa de telecomunicaciones Telproyec se la realizará en función de los siguientes indicadores: Throughput, Latencia, Frame Loss Rate, Jitter, y Bandwidth.

El indicador Back to Back Frames no será tomado en cuenta para la evaluación ya que no se dispone de un dispositivo “DUT”.

Para la evaluación del rendimiento de la red de datos con tecnología Ethernet de la empresa de telecomunicaciones Telproyec se tomará en cuenta solo la sucursal principal ubicada en Quito.

En la evaluación del rendimiento de la red de datos de la empresa de telecomunicaciones Telproyec se realizaran las siguientes consideraciones:

- Las recomendaciones referentes a la evaluación de la red de datos pueden o no ser tomadas en cuenta por la empresa para su implementación.
- La evaluación del rendimiento de la red de datos no afectará las tareas diarias de los trabajadores.
- No se efectuará estudio económico alguno con respecto a las recomendaciones emitidas sobre el análisis de rendimiento de la Red de Datos.

##### **A.2 OBJETIVOS**

Para poder efectuar la evaluación del rendimiento de la Red datos, se determinará las diferentes acciones a seguir a manera de objetivos.

###### **A.2.1 Objetivo General**

- Evaluar el rendimiento de la red de datos de la Empresa de telecomunicaciones Telproyec.

### **A.2.2 Objetivos Específicos**

- Definir los indicadores y herramientas a utilizarse para el rendimiento de la red de datos.
- Determinar los valores umbrales para cada uno de los indicadores.
- Analizar los logs resultantes de las diferentes mediciones efectuadas con respecto a los distintos indicadores.
- Establecer conclusiones y recomendaciones.

### **A.3 METODOLOGÍA**

Se efectuará la evaluación del rendimiento de la Red de Datos considerando la metodología RFC 2544, la cual se basa en cuatro indicadores para la evaluación del rendimiento de la red; de este estándar no se tomará en cuenta el indicador Back to Back frames ya que para su medición es necesario un dispositivo DUT.

En base a las buenas prácticas para el análisis del rendimiento de red se utilizarán los indicadores de: Bandwidth y Jitter.

Para el análisis de la red de datos se tomará en cuenta el modelo jerárquico de tres capas: Núcleo, Distribución y acceso; esta estructura lógica definida en el modelo, sitúa a cada dispositivo en una o más capas cumpliendo funciones específicas, facilitando el análisis de la red.

El documento de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T G.1010 y el Reglamento de Prestación y Calidad de Servicios de la Sutel<sup>28</sup> proveerán de valores umbrales que ayudarán en la interpretación y análisis de resultados.

### **A.4 TERMINOLOGÍA**

Para poder efectuar el análisis del rendimiento de la red de datos de la empresa de telecomunicaciones Telproyec, se definen varios términos a ser utilizados:

---

<sup>28</sup>SUTEL: Superintendencia de telecomunicaciones de Costa Rica.

- **Evaluación de rendimiento de redes.**- "La evaluación del desempeño de la red en función de la habilidad que tiene el sistema para lograr transferencia de información".
- **Capa de Acceso.**- "Capa de conmutación que controla a los usuarios y el acceso a grupos de trabajo". [ 32 ]
- **Capa de Distribución.**- "Capa de enrutamiento, es el medio de comunicación entre la capa de acceso y core". [ 32 ]
- **Capa de Core.**- "Capa de núcleo de red cuya función es switchear el tráfico tan rápido como sea posible". [ 32 ]
- **Throughput (Caudal de tráfico).**- "Tasa promedio de datos o mensajes transferidos exitosamente sin errores en la red". [8 ]
- **Latency (Latencia).**- "Suma de retardos temporales dentro de una red". [8 ]
- **Frame Loss Rate (Pérdida de tramas).**- "Porcentaje de tramas que no son enviadas por falta de recursos". [ 9 ]
- **Bandwidth (Ancho de banda).**- "Capacidad que tiene una red para transmitir datos a través de ella". [ 33 ]
- **Jitter (Fluctuación).**- "Término utilizado cuando se dan variaciones en el retardo provocando alteraciones en transmisiones de datos". [ 34 ]
- **Dispositivos Críticos de red.**- "Son dispositivos y componentes cuya falla podría afectar el desempeño total de la red. [ 35 ]
- **DUT.**- "Equipo de pruebas de rendimiento de red de datos". [ 36 ]

## B FASE DE SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN

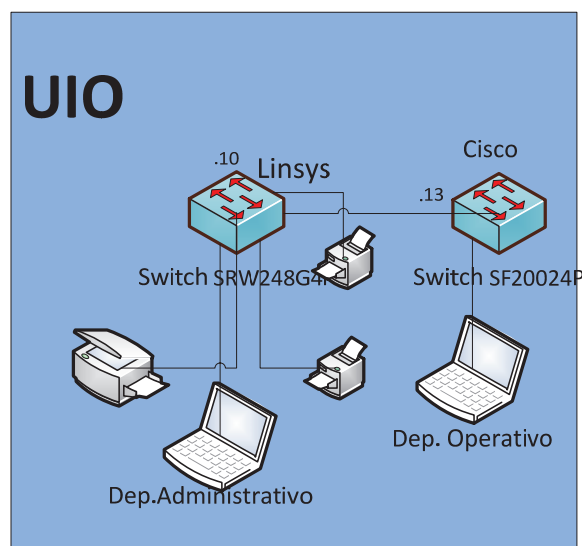
### B.1 SELECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS CRÍTICOS

Para la identificación de los dispositivos críticos se ha tomado en cuenta el análisis de la red en base al modelo jerárquico realizado en la **Sección3.1.3** en la cual se han situado los dispositivos de conexión en base a sus funciones dentro de cada capa.

También se han definido dispositivos críticos en función de la convergencia de tráfico, funcionalidad y prioridad.

En base a las características antes mencionadas se definió como dispositivos críticos a los equipos de red que dan conectividad al Departamento Administrativo y al Departamento Operativo de la empresa. Los departamentos están a cargo de varios procesos, tareas internas y también consumen gran parte de los servicios de red.

En la **Figura 20** se representan los dispositivos críticos.



**Figura 20.**Dispositivos críticos.  
Fuente: Autores

A continuación en la **Tabla 13**, se detallan los dispositivos críticos a través de los cuales circula el tráfico de red que será analizado para la evaluación del rendimiento de red. (La lista completa de dispositivos se encuentra en la **Tabla 7 del Cap. 3.1**)

**Tabla 13.** Selección de Dispositivos Críticos.<sup>29</sup>

Dispositivo	Código	Dispositivo de Capa	Capa Modelo Jerárquico	Ubicación Física
Linksys	SRW248G4P	Capa 2	Capa de acceso	Quinto Piso Quito.
Cisco	SF20024P	Capa 2	Capa de acceso	Segundo Piso Quito

## B.2 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA E INDICADOR

Para la selección del indicador y la herramienta se tomará en cuenta la **Tabla 1.Sección 2.2** en base a la cual se definirá la herramienta que se utilizará para la medición de cada indicador.

A continuación en la **Tabla 14**, se detallan los indicadores y las herramientas que se van a usar para realizar las mediciones para la evaluación del rendimiento de red de datos.

**Tabla 14.** Selección de los Indicadores y Herramientas.<sup>30</sup>

Indicador	Herramienta
Throughput	Jperf
Latency	Ping
Frame Loss Rate	Jperf
Bandwidth	Jperf
Jitter	Jperf

## C. FASE DE MEDICIÓN

### C.1 MUESTREO Y PERIODICIDAD DE LAS MEDICIONES

Se efectuarán varias mediciones durante un día, con el fin de tener una cantidad de datos representativa para poder interpretar de mejor manera los indicadores. Este día corresponde al último día de mes, en donde se realizan pagos de nómina, reportes mensuales, seguimiento de proyectos, entre otros.

<sup>29</sup> Fuente Autores

<sup>30</sup> Fuente Autores

Las mediciones se efectuarán en las horas pico de la empresa, tiempo durante el cual la mayor parte de recursos, posiblemente la mayoría, estén siendo utilizados.

De acuerdo a entrevistas mantenidas con personal de varios departamentos de la empresa, se definió que las horas pico son de 4pm a 6pm; horario en el cuál se cierran varios procesos y existe gran consumo de servicios de red (telefonía, Internet, entre otros).

**C.1.1 Muestreo:** De acuerdo a la RFC 2544 (Procedimiento de pruebas definida en fase A.3 Metodología) para la evaluación de cada indicador se debe enviar un tamaño de trama definido en la **Tabla 15**.

**C.1.2 Periodicidad:** En la RFC 2544, se define que el periodo debe ser mayor a 60 segundos. Por lo que se ha tomado la decisión de realizar mediciones en el transcurso de dos horas (4pm a 6pm) y logs de medidas cada segundo(7200 mediciones).

**Tabla 15.** Muestreo y Periodicidad<sup>31</sup>

Indicador	Muestreo	Periodicidad
Throughput	16:00 – 18:00(750 bytes)	Durante 2 horas, 7200 mediciones.
	16:00 – 18:00(1125 bytes)	
	16:00 – 18:00(1500bytes)	
Latency.	16:00 – 18:00(256bytes)	Durante 2 horas, 7200 mediciones.
	16:00 – 18:00(512bytes)	
	16:00 – 18:00(1518bytes)	
Frame Loss Rate	16:00 – 18:00(750 bytes)	Durante 2 horas, 7200 mediciones.
	16:00 – 18:00(1125 bytes)	
	16:00 – 18:00(1500bytes)	
Bandwidth	16:00 – 18:00(750 bytes)	Durante 2 horas, 7200 mediciones.
	16:00 – 18:00(1125 bytes)	
	16:00 – 18:00(1500bytes)	
Jitter	16:00 – 18:00(750 bytes)	Durante 2 horas, 7200 mediciones.
	16:00 – 18:00(1125 bytes)	
	16:00 – 18:00(1500bytes)	

<sup>31</sup> Fuente Autores



## C.2 INDICES DE DESEMPEÑO Y VALORES UMBRALES

Como valores de referencia se propone los siguientes valores umbrales para cada uno de los indicadores.

### Throughput

**Tabla 16.** Valores Umbrales Throughput

Fuente: Umbral de Throughput referido por la SUTEL (Art. 98, Pag. 90)<sup>32</sup>

<b>Tipos de servicio</b>	<b>Umbral de throughput</b>
Domiciliar	80%
Pequeñas y medianas empresas	85%
Grandes empresas	90%
Corporativo	95%

Porcentaje del valor umbral Throughput con respecto al ancho de banda efectivo, ver **Tabla 16**.

### Latency

En la **Tabla 17**, se observa los valores umbrales para el indicador Latencia.

**Tabla 17.** Valores Umbrales Latencia

Fuente: Umbral de Latency referido por la SUTEL (Art. 91, Pag. 82)<sup>27</sup>

<b>Clase de calidad de servicio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Umbral de retardo local (ms)</b>
0	Tiempo real, alta interacción, sensibles al retardo. (Voz y video en tiempo real)	10
1	Tiempo real, interactivos, sensibles al retardo (Voz y video en tiempo real de menor calidad)	20
2	Datos de alta prioridad (transaccionales, altamente interactivos)	25
3	Datos de mediana prioridad (Datos transaccionales interactivos)	30
4	Datos de baja prioridad (transacciones cortas, datos en grandes cantidades, flujo continuo de video streaming)	40
5	Datos de mejor esfuerzo	50

<sup>32</sup>Reglamento Sutel.- Documento basado en la UIT G1010

## Frame Loss Rate

En la **Tabla 18**, se observa los valores umbrales para el indicador Frame Loss Rate.

**Tabla 18.** Umbrales Frame Loss Rate

Fuente: Umbral de Frame Loss Rate referido por la SUTEL (Art. 94, Pag. 87)<sup>3327</sup>

Clase de calidad de servicio	Descripción	Umbral de pérdida de paquetes local (%)
0	Tiempo real, alta interacción, sensibles al retardo. (Voz y video en tiempo real)	1%
1	Tiempo real, interactivos, sensibles al retardo (Voz y video en tiempo real de menor calidad)	3%
2	Datos de alta prioridad (transaccionales, altamente interactivos)	3%
3	Datos de mediana prioridad (Datos transaccionales interactivos)	5%
4	Datos de baja prioridad (transacciones cortas, datos en grandes cantidades, flujo continuo de video streaming)	5%
5	Datos de mejor esfuerzo	5%

## Jitter:

En la **Tabla 19**, se observa los valores umbrales para el indicador Jitter.

**Tabla 19.** Valores Umbrales Jitter

Fuente: Umbral de Jitter referido por la SUTEL (Art. 95, Pag. 87)<sup>27</sup>

Clase de calidad de servicio	Descripción	Umbral de jitter local (ms)
0	Tiempo real, alta interacción, sensibles al retardo. (Voz y video en tiempo real)	15
1	Tiempo real, interactivos, sensibles al retardo (Voz y video en tiempo real de menor calidad)	20
2	Datos de alta prioridad (transaccionales, altamente interactivos)	N/A
3	Datos de mediana prioridad (Datos N/A transaccionales interactivos)	N/A
4	Datos de baja prioridad (transacciones cortas, datos en grandes cantidades, flujo continuo de video streaming)	N/A
5	Datos de mejor esfuerzo	N/A

<sup>27</sup>Reglamento Sutel.- Documento basado en la UIT G1010

<sup>27</sup>Reglamento Sutel.- Documento basado en la UIT G1010

**Bandwidth:**

En la Tabla 20, se observa los valores umbrales para el indicador Bandwidth.

**Tabla 20.** Valores Umbrales Bandwidth  
Fuente: Umbral de Bandwidth referido por la SUTEL (Art. 90, Pag. 80)<sup>27</sup>

Servicio	Usuario Típico	Ancho de Banda
Modem	Individuos	56 Kbps = 0.056 Mbps
DSL	Individuos, telecomunicaciones y pequeños negocios	128 Kbps a 6.1 Mbps = 0.128 Mbps a 6.1 Mbps
ISDN	Telecomuters y pequeños negocios	128 Kbps = 0.128 Mbps
FrameRelay	Instituciones pequeñas	56 Kbps a 44.736 Mbps = 0.056 Mbps a 44.736 Mbps
Ethernet	Instituciones pequeñas	10 Mbps
Fast Ethernet	Instituciones pequeñas	100 Mbps
Gigabit Ethernet	Grandes Instituciones	1 Gbps
10 Gigabit Ethernet	Grandes Instituciones	10 Gbps
T1	Grandes Instituciones	1.544 Mbps
E1	Grandes Instituciones	2.048 Mbps
T3	Grandes Instituciones	44.736 Mbps
E3	Grandes Instituciones	34.368 Mbps
STS-3 (OC-3)	Compañías Telefónicas	155.251 Mbps
STM-3	Compañías Telefónicas	466.56 Mbps
STS-48(OC-48)	Compañías Telefónicas	2.488320 Gbps

**C.3PLANTEAMIENTO DE LAS SESIONES DE MEDIDA**

En la **Tabla 21**, se especifican los dispositivos críticos, herramientas, muestreo y la periodicidad de las sesiones de medida.

<sup>27</sup>Reglamento Sutel.- Documento basado en la UIT G1010

Tabla 21. Sesiones de Medida.<sup>34</sup>

Dispositivo Crítico	Indicador	Herramienta	Muestreo	Periodicidad
Linksys - SRW248G4P	Throughput	Jperf	16:00 – 18:00(750 bytes)	Durante 2 horas, 7200 mediciones.
			16:00 – 18:00(1125 bytes)	
Cisco - SF20024P			16:00 – 18:00(1500bytes)	
Linksys - SRW248G4P Cisco - SF20024P	Latency.	Jperf	16:00 – 18:00(256bytes)	Durante 2 horas, 7200 mediciones.
			16:00 – 18:00(512bytes)	
			16:00 – 18:00(1518bytes)	
Linksys - SRW248G4P	Frame Loss Rate	Jperf	16:00 – 18:00(750 bytes)	Durante 2 horas, 7200 mediciones.
			16:00 – 18:00(1125 bytes)	
Cisco - SF20024P			16:00 – 18:00(1500bytes)	
Linksys - SRW248G4P	Bandwidth	Jperf	16:00 – 18:00(750 bytes)	Durante 2 horas, 7200 mediciones.
			16:00 – 18:00(1125 bytes)	
Cisco - SF20024P			16:00 – 18:00(1500bytes)	
Linksys - SRW248G4P	Jitter	Jperf	16:00 – 18:00(750 bytes)	Durante 2 horas, 7200 mediciones.
			16:00 – 18:00(1125 bytes)	
Cisco - SF20024P			16:00 – 18:00(1500bytes)	

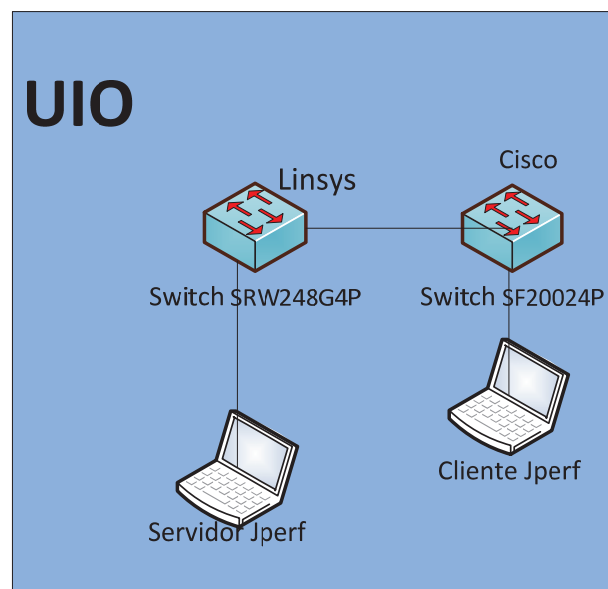
---

<sup>34</sup> Fuente Autores

## D. FASE DE VALORACIÓN Y DESPLIEGUE DE RESULTADOS

### D.1 EXTRACCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LOS LOGS DE MEDICIÓN

La herramienta Jperf, cuya funcionalidad, radica en el envío de tramas desde un dispositivo cliente hacia un dispositivo servidor, permitirá la obtención de los logs de medida de cada indicador. En la **Figura 21** se representa gráficamente la solución Jperf y el segmento de red que será sujeto al análisis del rendimiento de la red de datos.



**Figura 21.** Solución Jperf y los dispositivos críticos  
Fuente: Los Autores

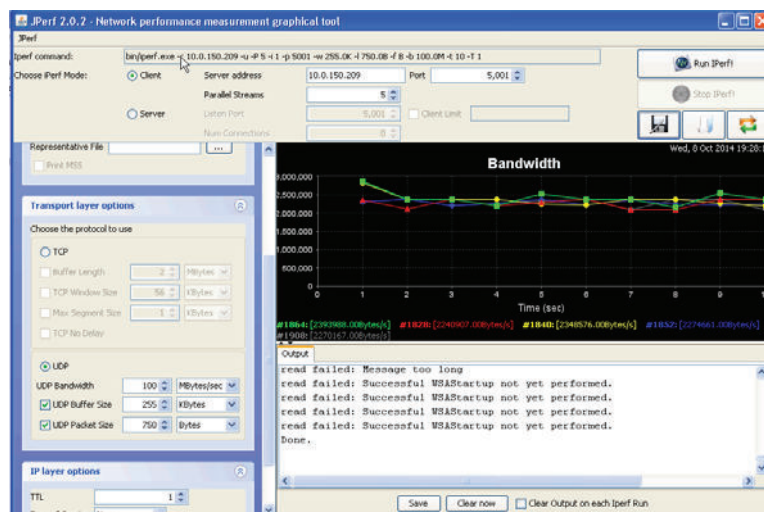
En el **Anexo 1** se describe la configuración y funcionamiento de la herramienta Jperf.

Se procede con la medición y extracción de los logs de medida de cada indicador, tomando en cuenta el planteamiento de las sesiones de medida definido en la **Tabla 21. Sesiones de Medida.**

### D.1.1 Throughput

Para efectuar la toma de datos correspondientes al indicador Throughput, se envía una cantidad de tramas durante un intervalo de tiempo de dos horas (4pm a 6pm) y logs de medidas cada segundo (7200 mediciones), para cada tamaño de trama (750, 1125, 1500 bytes) de acuerdo a lo especificado en la **Tabla 21. Sesiones de Medida.**

En la **Figura 22.** Se puede observar las configuraciones efectuadas a la herramienta utilizada, Jperf, del lado del servidor para la medición del presente indicador.



**Figura 22.** Captura de configuración para medición Throughput  
Fuente: Autores.

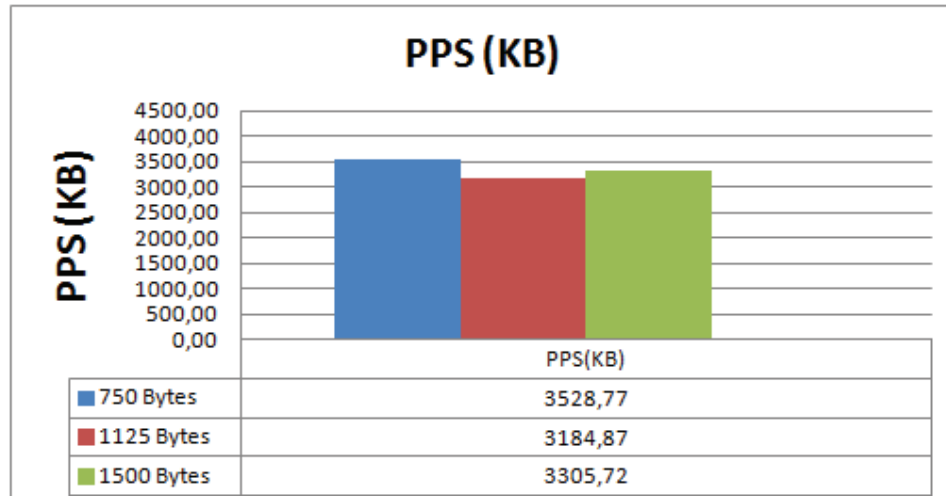
En la **Tabla 22.** se detalla los diferentes valores que se obtuvieron una vez finalizadas las mediciones de acuerdo a las sesiones de medidas establecidas.

**Tabla 22.** Resultado medición Throughput en intervalo de 16:00 a 18:00<sup>35</sup>

Horario 16:00 - 18:00			
Longitud Tramas (bytes)	750	1125	1500
Paquetes Transmitidos (Mbytes)	16767,16	15731,09	16601,16
Paquetes Recibidos (Mbytes)	16767,16	15731,09	16601,16
PPS(KB)	3528,77	3184,87	3305,72

<sup>35</sup> Fuente Autores

Para obtener una mejor perspectiva de las mediciones efectuadas y de sus resultados se procede a presentarlos de manera gráfica, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 23.** Resultado gráfico de medición Throughput en intervalo de 16:00 a 18:00.  
Fuente: Autores.

En la **Figura23**, se representan las cantidades de paquetes enviados en un segundo al transmitir tramas de 750, 1125 y 1500 bytes mismas que han utilizado un ancho de banda constante en los intervalos de tiempo especificados.

### D.1.2Latency

Para medir la latencia vamos a utilizar el comando ping, para ello vamos a enviar 7200 peticiones ICMP<sup>36</sup> con longitud de trama 256, 512, 1518 bytes al servidor Jperf, como se especifica en la norma RFC 2544.

-n.- número de pings enviados, peticiones ICMP

-l.- longitud de la trama

En la **Figura 24**, se puede observar las configuraciones efectuadas a la herramienta utilizada, ICMP del lado del servidor para la medición del presente indicador.

<sup>36</sup>ICMP: Protocolo de Mensajes de Control de Internet.

```
C:\Users\Javier>ping 192.168.1.115 -n 7200 -l >>datos512.txt
```

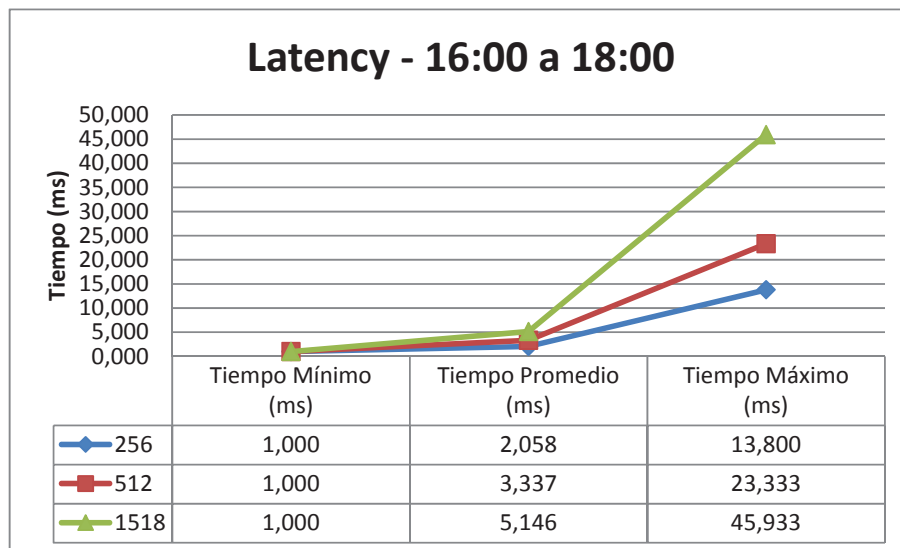
**Figura 24.** Captura de configuración para medición de Latency.  
Fuente: Autores.

En la **Tabla23**, se detallan los diferentes valores que se obtuvieron una vez finalizadas las mediciones de acuerdo a las sesiones de medidas establecidas.

**Tabla 23.**Resultado medición Latency en intervalo de 16:00 a 18:00.<sup>37</sup>

Longitud de Trama (Bytes)	Tiempo Mínimo (ms)	Tiempo Promedio (ms)	Tiempo Máximo (ms)
256	1,000	2,058	13,800
512	1,000	3,337	23,333
1518	1,000	5,146	45,933

Para obtener una mejor perspectiva de las mediciones efectuadas y de sus resultados se procede a presentarlos de manera gráfica, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 25.**Resultado gráfico de medición Latency en intervalo de 12:00 a 14:00.  
Fuente: Autores.

En la **Figura25**, se representan las cantidades de paquetes enviados en un segundo al transmitir tramas de 256, 512 y 1518 bytes mismas que han utilizado un ancho de banda constante en los intervalos de tiempo especificados.

<sup>37</sup> Fuente Autores

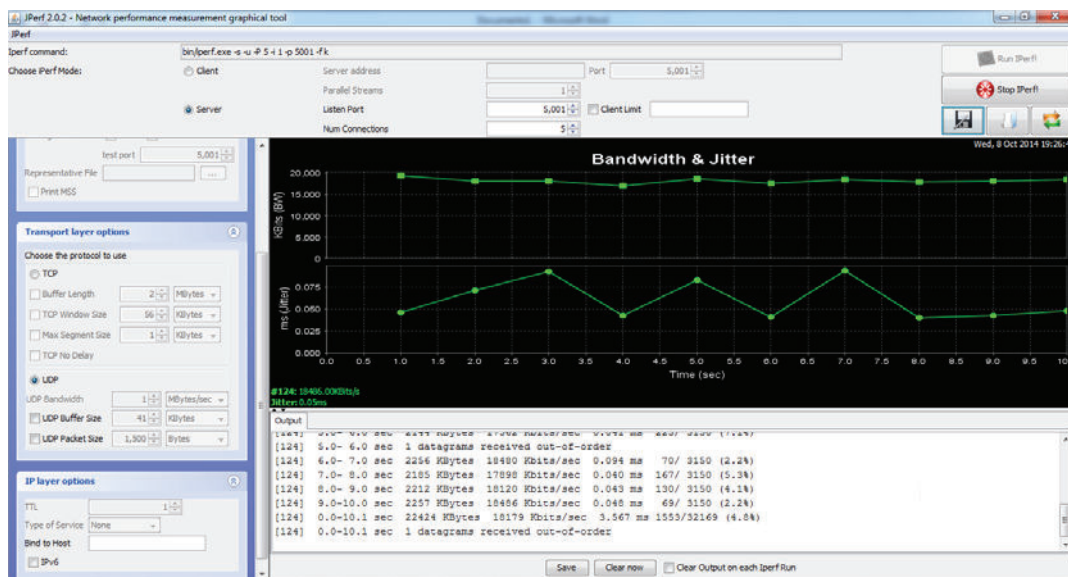


### D.1.3 Jitter

Para efectuar la toma de datos correspondientes al indicador Jitter, se debe realizar el mismo envío de tramas enviados en la sesión **D.1.1 Throughput**.

En el servidor Jperf se debe configurar las opciones de capa de transporte, poniéndolas en UDP.

En la **Figura 26**, se puede observar las configuraciones efectuadas a la herramienta utilizada, Jperf del lado del servidor para la medición del presente indicador.



**Figura 26.** Captura de configuración para medición de Jitter  
Fuente: Autores.

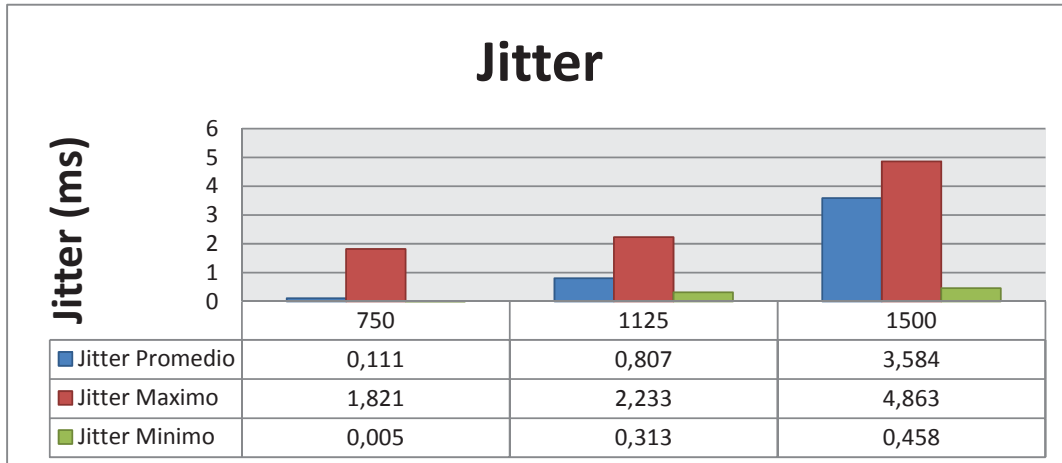
En la **Tabla 24**, se detallan los diferentes valores que se obtuvieron una vez finalizadas las mediciones de acuerdo a las sesiones de medidas establecidas.

**Tabla 24.** Resultado medición Jitter en intervalo de 16:00 a 18:00<sup>38</sup>

Horario 12:00-14:00			
longitud de Paquetes UDP (Bytes)	750	1125	1500
Jitter Promedio	0,111	0,807	3,584
Jitter Máximo	1,821	2,233	4,863
Jitter Mínimo	0,005	0,313	0,458

<sup>38</sup> Fuente Autores

Para obtener una mejor perspectiva de las mediciones efectuadas y de sus resultados se procede a presentarlos de manera gráfica, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 27.** Resultado gráfico de medición Jitter en intervalo de 16:00 a 18:00  
Fuente: Autores.

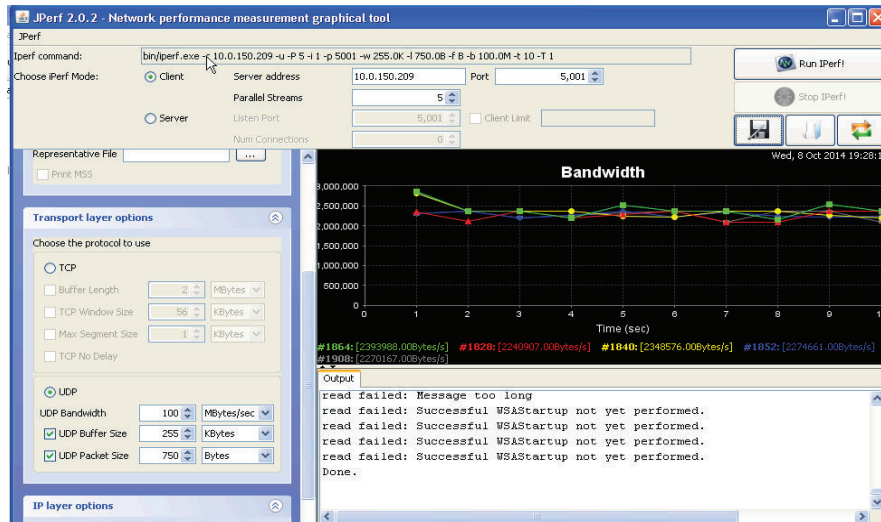
En la **Figura 27.** se representan las cantidades de paquetes enviados en un segundo al transmitir tramas de 750, 1125 y 1500 bytes mismas que han utilizado un ancho de banda constante en los intervalos de tiempo especificados.

#### D.1.4 Bandwidth

Para efectuar la toma de datos correspondientes al indicador Bandwidth, se debe realizar el mismo envío de tramas enviados en la sesión **D.1.1 Throughput.**

En el servidor Jperf se debe configurar las opciones de capa de transporte, poniéndolas en UDP.

En la **Figura 28.** se puede observar las configuraciones efectuadas a la herramienta utilizada, Jperf del lado del servidor para la medición del presente indicador.



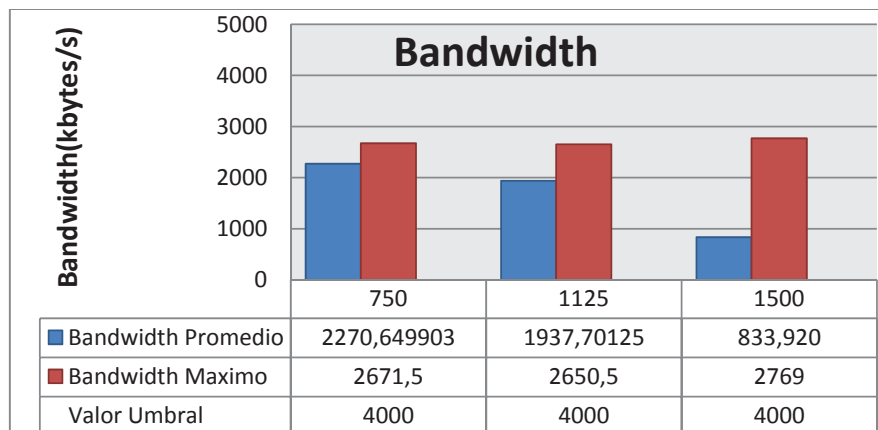
**Figura 28.** Captura de configuración para medición Bandwidth  
Fuente: Autores.

En la **Tabla 25.** se detallan los diferentes valores que se obtuvieron una vez finalizadas las mediciones de acuerdo a las sesiones de medidas establecidas

**Tabla 25.** Resultado medición Bandwidth en intervalo de 16:00 a 18:00<sup>39</sup>

Horario 16:00-18:00			
Tamaño de Paquetes UDP (Bytes)	750	1125	1500
Bandwidth Promedio	2270,6499	1937,70125	833,920
Bandwidth Máximo	2671,5	2650,5	2769

Para obtener una mejor perspectiva de las mediciones efectuadas y de sus resultados se procede a presentarlos de manera gráfica, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 29.** Resultado gráfico de medición Bandwidth en intervalo de 16:00 a 18:00.  
Fuente: Autores.

<sup>39</sup> Fuente Autores

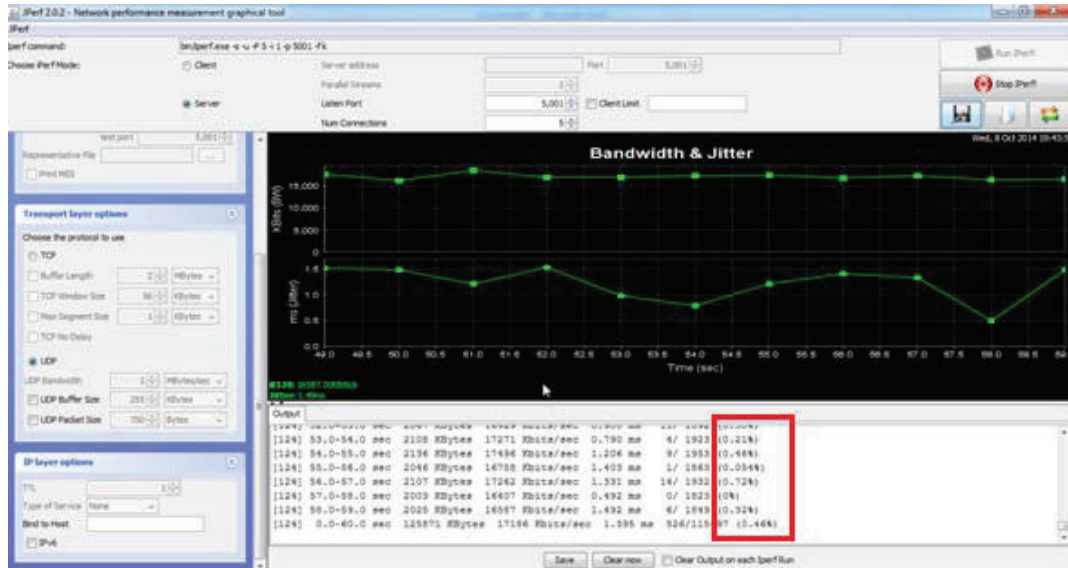
En la **Figuras 29.** se representan las cantidades de paquetes enviados en un segundo al transmitir tramas de 750, 1125 y 1500 bytes mismas que han utilizado un ancho de banda constante en los intervalos de tiempo especificados.

### D.1.5 Frame Loss Rate

Para efectuar la toma de datos correspondientes al indicador Frame Loss Rate se debe realizar el mismo envío de tramas enviados en la sesión **D.1.1 Throughput.**

En el servidor Jperf se debe configurar las opciones de capa de transporte, poniéndolas en UDP.

En la **Figura 30.** se puede observar las configuraciones efectuadas a la herramienta utilizada, Jperf del lado del servidor para la medición del presente indicador.



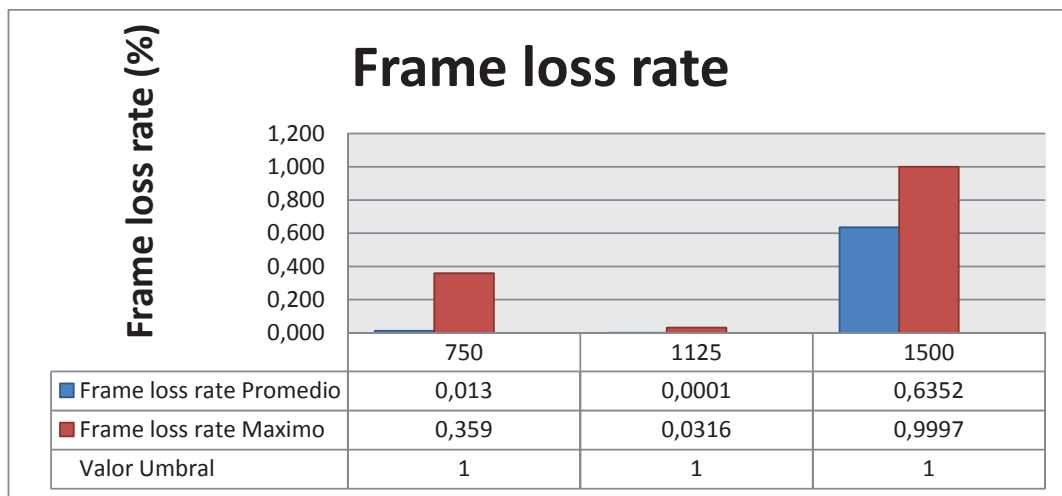
**Figura 30.** Captura de configuración para medición de Frame Loss Rate  
Fuente: Autores.

En la **Tabla 26.** se detallan los diferentes valores que se obtuvieron una vez finalizadas las mediciones de acuerdo a las sesiones de medidas establecidas.

**Tabla 26.** Resultado medición Frame Loss Rate en intervalo de 16:00 a 18:00<sup>40</sup>

Horario 16:00-18:00			
Longitud de Paquetes UDP (Bytes)	750	1125	1500
Frame Loss Rate Promedio	0,013	0,0001	0,6352
Frame Loss Rate Máximo	0,359	0,0316	0,9997

Para obtener una mejor perspectiva de las mediciones efectuadas y de sus resultados se procede a presentarlos de manera gráfica, como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 31.** Resultado gráfico de medición Frame Loss Rate en intervalo de 16:00 a 18:00.

Fuente: Autores.

En la **Figuras 31.** se representan las cantidades de paquetes enviados en un segundo al transmitir tramas de 750, 1125 y 1500 bytes mismas que han utilizado un ancho de banda constante en los intervalos de tiempo especificados.

<sup>40</sup> Fuente Autores

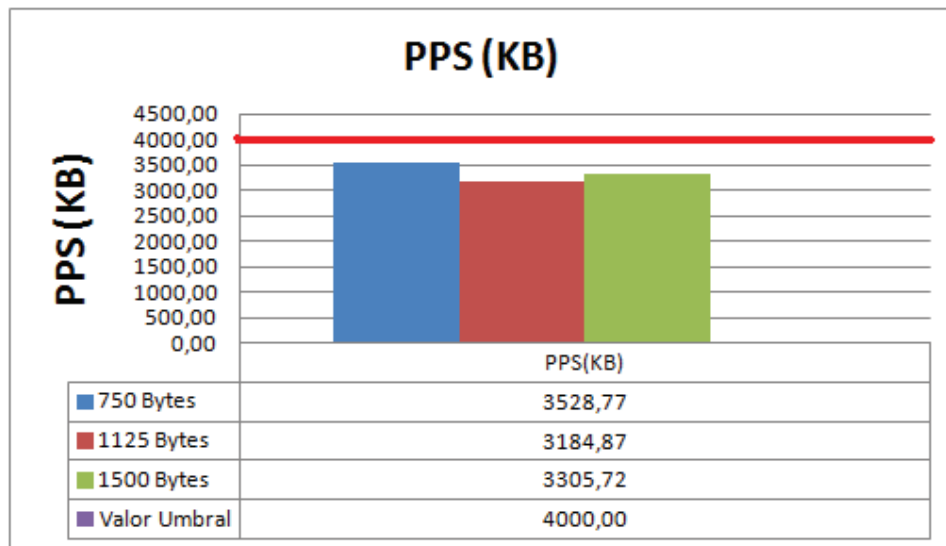
## D.2 INTERPRETACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

En esta fase se llevará a cabo el análisis de los resultados obtenidos con respecto a los valores umbrales de cada indicador, mismos que se pueden observar en la sección **C.2 ÍNDICES DE DESEMPEÑO Y VALORES UMBRALES**.

Las diferentes mediciones efectuadas por cada indicador en horarios distintos permitió el siguiente análisis:

### D.2.1 Throughput

Para el análisis de este indicador se consideró los tamaños de paquetes UDP de 750, 1125 y 1500 bytes, ver **Figura 32**.



**Figura 32.** Throughput y Valor Umbral en intervalo de 16:00 a 18:00.  
Fuente: Autores.

Los valores obtenidos se especifican en la **Tabla 27**:

**Tabla 27.** Paquetes por segundo de acuerdo al horario<sup>41</sup>

Horarios	16:00 - 18:00		
	750	1125	1500
Longitud de las tramas (bytes)	750	1125	1500
PPS (KB) <sup>42</sup>	3328,77	3184,87	3305,72
% con respecto al umbral	83,22	79,62	82,64
% umbral pequeñas empresas	85	85	85

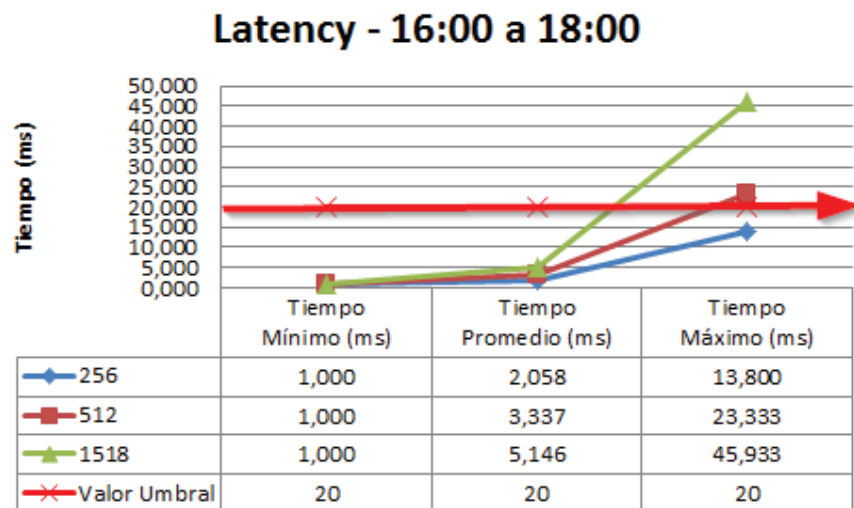
<sup>41</sup>Fuente Autores

<sup>42</sup>PPS Paquetes por segundo.

Se evidencia que el porcentaje del indicador Throughput está por debajo del umbral permitido para pequeñas empresas.

### D.2.2 Latency

Las unidades utilizadas para la medición de este indicador esta dado en milisegundos (ms),se consideró el tiempo promedio obtenido al enviar una longitud de tramas de 256, 512 y 1518 bytes, ver **Figura 33**.



**Figura 33.** Latency y Valor Umbral en intervalo de 16:00 a 18:00.

Fuente: Autores.

Los valores obtenidos se especifican en la **Tabla 28**:

**Tabla 28.** Latency y Valor Umbral<sup>43</sup>

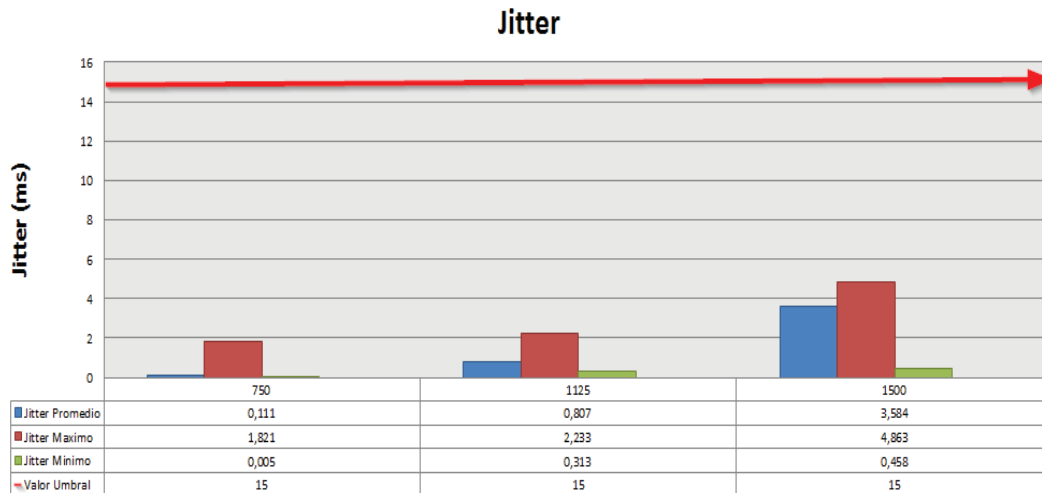
Horarios	16:00 - 18:00		
	256	512	1518
Longitud de Trama (bytes)	256	512	1518
Latency (ms)	13,800	23,333	45,933
Valor Umbral	20	20	20

Se evidencia que para tramas de tamaño de 512 y 1518 bytes se tiene un tiempo de: 23,333(ms) y 45,933(ms) respectivamente que exceden el valor umbral.

<sup>43</sup> Fuente Autores

### D.2.3 Jitter

Para establecer el análisis correspondiente al indicador Jitter en (ms)obteniendo valores al enviar paquetes UDP de tamaño de 750, 1125 y 1500 bytes, ver **Figura 34**.



**Figura 34.** Jitter y Valor Umbral en intervalo de 16:00 a 18:00.  
Fuente: Autores.

Los valores obtenidos se especifican en la **Tabla 29**:

**Tabla 29.** Jitter y Valor Umbral<sup>44</sup>

Horarios	16:00 - 18:00		
	750	1125	1500
Longitud de la trama (bytes)	750	1125	1500
Jitter Máximo (ms)	1,822	2,33	4,863
Valor Umbral (ms)	15	15	15

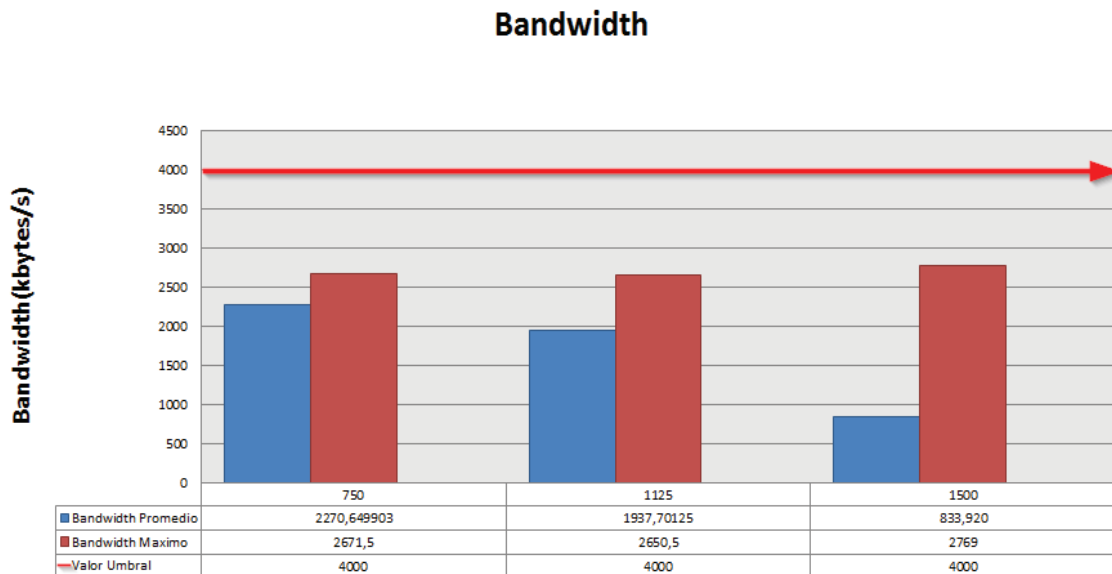
El valor umbral establecido del indicador Jitter en una red es de máximo 15ms, Los valores obtenidos en la medición no superan el umbral definido.

<sup>44</sup> Fuente Autores



## D.2.4 Bandwidth

Para efectuar el análisis correspondiente al indicador Bandwidth, se envió tramas de 750, 1125 y 1500 bytes. El ancho de banda de la empresa es de 4Mbps con compartición de 1:1, ver **Figura 35**.



**Figura 35.** Bandwidth y Valor Umbral en intervalo de 16:00 a 18:00.  
Fuente: Autores.

Los valores obtenidos se especifican en la **Tabla 30**:

**Tabla 30.** Bandwidth y Valor Umbral<sup>45</sup>

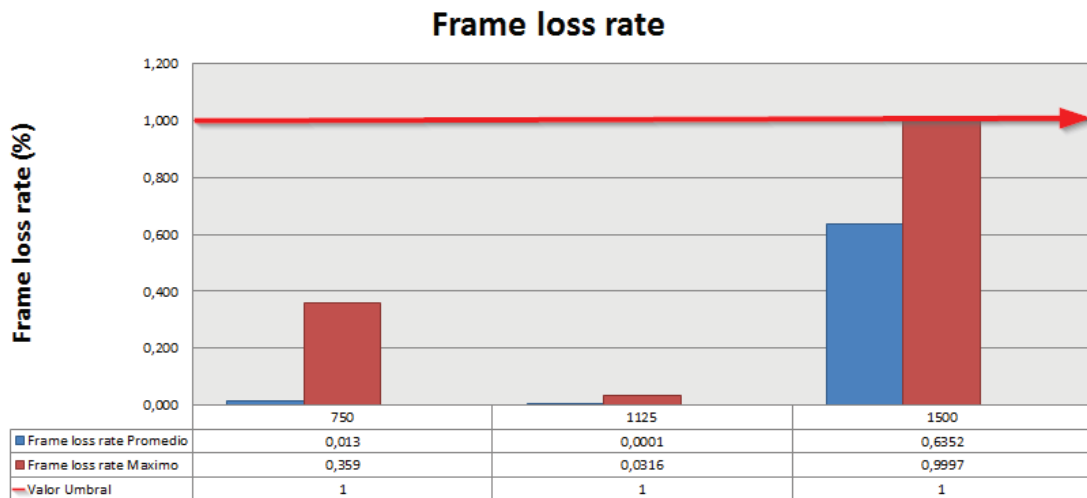
Horarios	16:00 - 18:00		
	750	1125	1500
Longitud de Trama (bytes)	750	1125	1500
Bandwidth(Kbps)	2671,5	2650,5	2769
Valor Umbral (Kbps)	4000	4000	4000

El ancho de banda contratado actualmente es de 4 Mbps, al tener en cuenta los valores obtenidos, se observa que no se supera el valor umbral establecido.

<sup>45</sup> Fuente Autores

### D.2.5 Frame Loss Rate

Para efectuar el análisis correspondiente al indicador Frame Loss Rate se toma en cuenta los datos UDP de 750, 1125 y 1500 bytes enviados como máxima trama para determinar el comportamiento de la red de datos, ver **Figura 36**.



**Figura 36.** Frame Loss Rate y Valor Umbral en intervalo de 16:00 a 18:00.  
Fuente: Autores.

Los valores obtenidos se especifican en la **Tabla 31**:

**Tabla 31.** Frame Loss Rate y Valor Umbral<sup>46</sup>

Horarios	16:00 - 18:00		
	750	1125	1500
Longitud de la Trama (bytes)	750	1125	1500
Frame Loss Rate Máximo (%)	0,359	0,0316	0,9997
Valor Umbral (%)	1	1	1

Se visualiza que no existe un porcentaje máximo de pérdida de paquetes que supere el valor umbral establecido para este indicador.

<sup>46</sup>Fuente Autores

### **D 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Luego de llevar a cabo las mediciones correspondientes para determinar el estado actual de la red de datos Ethernet en el caso de estudio, se procede a exponerlas conclusiones y sus respectivas recomendaciones obtenidas en el análisis.

#### **D 3.1 Conclusiones**

- El indicador de Throughput, está por debajo del umbral definido, el umbral sugiere que la velocidad de envío y descarga no baje del 85% para pequeñas y grande empresas. Esto se debe que a pesar de que el servicio contratado corresponde a 4000 kbps, este no siempre es constante, depende de horario, de los equipos de intercomunicación entre otros.
- El indicador de Latency, en su tiempo máximo, sobrepasa el valor umbral definido, el motivo es que al tener peticiones ICMPs de mayor tamaño el tiempo que demora un paquete en atravesar una conexión de red desde el emisor al receptor es mayor que al tener una petición ICMP de menor tamaño.
- El indicador de Jitter no sobrepasa el valor umbral establecido por lo que se define que no existió congestión en la red y la sincronización de llegada de las tramas a su destino fue óptima.
- El indicador Bandwidth no sobrepasa el valor umbral establecido, por lo cual se establece que el ancho de banda contratado por la empresa satisface las necesidades actuales.
- El indicador Frame Loss Rate no sobrepasa el umbral establecido ya que no hubo pérdidas de tramas considerables, lo que nos da a entender que los actuales recursos de red son óptimos para el correcto desempeño de la misma.
- Luego del análisis de los diferentes indicadores se establece que el rendimiento de la red de datos es aceptable, esto se debe a que la demanda de recursos no es alta a pesar de que las diferentes mediciones fueron efectuadas en periodos de mucha demanda.

- La estructura de red aporta para el correcto funcionamiento, permite que los recursos sean aprovechados correctamente evitando problemas de interconectividad y demora en los tiempos de respuesta.

### **D 3.2 Recomendaciones**

- Controlar las aplicaciones de navegación web (Youtube, Facebook, Series Online, entre otros) ya que las mismas afectan la velocidad de envío y descarga de paquetes en la red.
- Establecer una VLAN para el servicio de VoIP para evitar aumentos de latencia en la red por el uso compartido para datos.
- Los resultados obtenidos al aplicar la guía de evaluación de rendimiento de red, deben ser tomados en cuenta como línea base para futuros análisis.
- Establecer un área física de dispositivos exclusiva para los diferentes componentes y dispositivos de red, que cuenten con las condiciones adecuadas como ventilación, seguridad, cableado estructurado y control de acceso.
- Establecer un cronograma anual de evaluación y análisis de rendimiento de red para que se garantice el rendimiento óptimo de la red de datos Ethernet de la empresa.
- Efectuar un análisis entre la conectividad de la agencia Quito con la agencia de Guayaquil para determinar el rendimiento del enlace dedicado y así tener un enfoque global del estado de la red.
- Realizar un análisis del estado actual de la red de datos de la agencia Guayaquil.
- Establecer planes de contingencia en caso de que algún indicador sobrepase los umbrales establecidos.

## CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- La desbordante trascendencia de las redes de información, Ethernet como estándar de redes de área local acogido por pequeñas, medianas y grandes organizaciones, la necesidad de implementar técnicas y tecnologías que mejoren el rendimiento, disponibilidad y velocidad de transmisión de datos, desembocan en la necesidad de elaborar una guía de evaluación del rendimiento de una red que permita desarrollar mecanismo de medición de desempeño para determinar sus puntos débiles y mejorar el aprovechamiento de su capacidad de los recursos de red.
- La guía de evaluación de rendimiento de red de datos de tecnología Ethernet puede ser aplicada a cualquier organización que requiera optimizar sus recursos de red y garantizar los servicios internos. También es flexible al uso de indicadores y herramientas de medición, sin afectar con las fases y procesos de la guía.
- Las fases y procesos que contiene la guía detallan las tareas que debe seguir un administrador de red para analizar el rendimiento de la misma, permitiéndole mejorar los mecanismos de medición, tiempos de respuesta y disponibilidad de los servicios. Esto le permitirá también dimensionar la capacidad y las características de los dispositivos de red que requiera la organización.
- La guía define parámetros, mecanismos y políticas para determinar el estado actual de la red; la misma toma en cuenta diferentes organismos especializados y estándares en el estudio de redes como son RFC, UIT, IETF. El compendio de estas buenas prácticas dio como resultados 4 fases, las mismas que tienen tareas y entregables por cada una.

- El estudio cuenta con una amplia investigación de herramientas e indicadores. Los mismos pueden ser seleccionados y utilizados en base al alcance planteado por el administrador de red, sin que esto afecte a las fases y tareas definidas en la guía.
- La guía de evaluación de rendimiento de red de datos fue aplicada al caso de estudio, teniendo un resultado exitoso en todas sus fases. Finalmente se expusieron las conclusiones y recomendaciones obtenidas del análisis de red.
- El desarrollo de la guía ha permitido evidenciar como punto crítico, la obtención de los valores umbrales. La falta de información dificulta la interpretación de resultados.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- La guía sugiere indicadores, herramientas y parámetros para medir el rendimiento y análisis de red. Sin embargo, no se debe descartar otros indicadores y otras herramientas que puedan ayudar en este objetivo.
- Los indicadores planteados en la guía deben ser considerados en base al alcance y objetivos fijados por el administrador de red.
- Los valores umbrales y los índices de desempeño de cada indicador, son indispensables para determinar el estado actual de la red de datos.
- El administrador de red debe definir horarios representativos de medición, tomando en cuenta los horarios críticos de alta transaccionalidad (fines de mes cuando se efectúa cierres contables).
- Tabular los datos resultantes en las mismas unidades en las cuales se tiene los valores umbrales. Esto permitirá facilitar el análisis de cada indicador de red.
- Se debe implementar controles de cumplimiento en cada fase de la guía con el fin mejorar los procesos y los entregables correspondientes.
- Para la selección de los dispositivos más relevantes se debe considerar: la criticidad de los dispositivos, teniendo en cuenta: la convergencia de tráfico en la red, la carga de procesos, tareas internas y consumo de los recursos de red.
- Para un trabajo futuro, se recomienda tener un mayor enfoque en los valores umbrales de los indicadores. Debe existir una investigación a fondo ya que no se cuenta con mucha información de los mismos, siendo esto un limitante al momento de la fase de interpretación de resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Laura de la Cruz. (2012, Mayo) uhu.es. [Online].  
<http://uhu.es/antonio.barragan/content/ethernet>
- [2] Mastermagazine.info. (2015, Enero) Mastermagazine.info. [Online].  
<http://www.mastermagazine.info/termino/4930.php>
- [3] Ariel Paz. (2009, Octubre) monografias.com. [Online].  
<http://www.monografias.com/trabajos53/topologias-red/topologias-red2.shtml>
- [4] Justo Pastor Vargas Herrera. (2011, Septiembre) slideshare. [Online].  
<http://es.slideshare.net/justopastorvargas/topologias-de-red-9448265>
- [5] Fabian Cañada. (2014, Agosto) blogspot.com. [Online].  
<http://fabianesime.blogspot.com/2014/08/uit.html>
- [6] Omar Martinez. (2010, Marzo) blogspot.com. [Online].  
<http://fundamentosderedesomar.blogspot.com/2010/03/organizacion-internacional-para-la.html>
- [7] Adrian Patricio. (2014) informaticaclaret.redmadrigalejo.es. [Online].  
<http://informaticaclaret.redmadrigalejo.es/arquitectura-tcpip/>
- [8] Samuel Rodríguez, *Modelo de Calidad de Servicio para una Red de Datos HSDPA*. Santiago, Chile, 2009.
- [9] Miguel París Díaz. (2010, Septiembre) moodle - Universidad Rey Juan Carlos. [Online].  
<http://docencia.etsit.urjc.es/moodle/mod/forum/discuss.php?d=11068&parent=31700>
- [10] Pablo Scaniello. iie.fing.edu. [Online].  
[http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/perfredes/trabajos/trabajos\\_2005/dispositivos/dispRedes.pdf](http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/perfredes/trabajos/trabajos_2005/dispositivos/dispRedes.pdf)
- [11] boss6667. (2012, Diciembre) syconet. [Online].  
<https://syconet.wordpress.com/2012/12/03/introduccion-ntop/>
- [12] wikipedia.org. (2013, Marzo) wikipedia.org. [Online].  
<http://es.wikipedia.org/wiki/lperf>
- [13] Alonso Pérez. (2014, Julio) ajpdsoft.com. [Online].  
<http://www.ajpdsoft.com/modules.php?name=News&file=article&sid=602#caracteristicasprtq>
- [14] administracionelectronica.gob.es. administracionelectronica.gob.es. [Online].  
<http://administracionelectronica.gob.es/ctt/nagiosmap#.VXUJz89 Oko>
- [15] Ismael Chasco. (2015, Febrero) operativoslinux. [Online].  
<https://operativoslinux.wordpress.com/2015/01/02/snort-sniffer-y-detector-de-intrusos/>
- [16] S.Bradner. (1999, Marzo) ietf.org. [Online].  
<https://www.ietf.org/rfc/rfc2544.txt>
- [17] wikipedia. (2015, Marzo) wikipedia.org. [Online].  
[http://en.wikipedia.org/wiki/ITU-T\\_Y.1564](http://en.wikipedia.org/wiki/ITU-T_Y.1564)

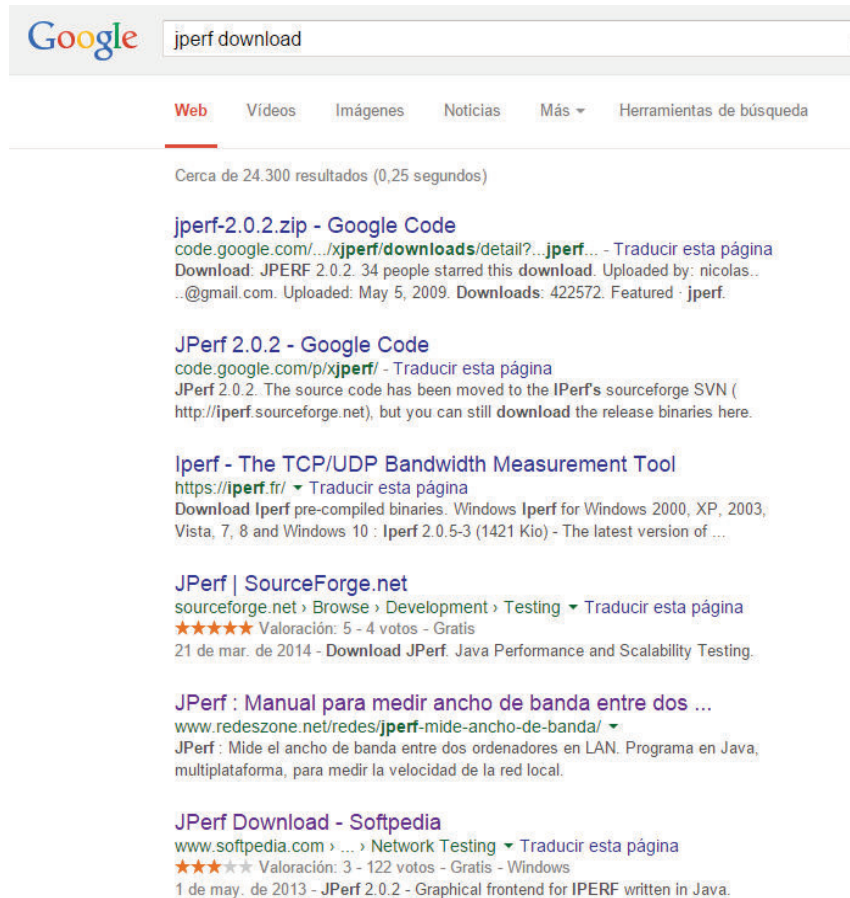


- [18] UIT-T, "Categorías de calidad de servicio para los usuarios de extremo de servicios multimedia," *Serie G: Sistemas y Medios de Transmisión, Sistema y Redes Digitales*, p. 1, Noviembre 2001.
- [19] sutel, "Reglamento de prestación y calidad de los servicios," Sutel, Escazú, Reglamento.
- [20] Telproyec, "Acta de constitución," Telproyec, Quito, Acta de constitución 2008.
- [21] Softinventive Lab. (2015) total-network-inventory.com. [Online]. <http://www.total-network-inventory.com/es/>
- [22] magneto software. (2015) magnetosoft.com. [Online]. [http://www.magnetosoft.com/product/global\\_network\\_inventory/features](http://www.magnetosoft.com/product/global_network_inventory/features)
- [23] Lavalys. (2010) Lavalys.com. [Online]. <http://www.lavalys.com/products/everest-pc-diagnostics/>
- [24] speedguide.net. (2014, agosto) speedguide.net. [Online]. <http://www.speedguide.net/routers/motorola-sbv5121-voip-cable-modem-349>
- [25] Sintel. sintel.com. [Online]. <http://www.sintel.com/EN/produit/Quadro-M-x-778-1-103.html>
- [26] voipsupply. voipsupply.com. [Online]. <http://www.voipsupply.com/linksys-srw248g4p-48port-4port-gigabit-switch>
- [27] VoIP. (2015) voip.mx. [Online]. <http://voip.mx/producto/cisco-sf302-08p-8-port-poe-managed-switch/>
- [28] intelcompras. (2015) intelcompras.com. [Online]. <http://www.intelcompras.com/cisco-switch-cisco-sf200-slm224pt-puertos-10100-smart-gigabit-uplinks-p-52905.html>
- [29] intelcompras. (2011, Abril) intelcompras.com. [Online]. <http://www.intelcompras.com/cisco-switch-cisco-small-business-sf200-puertos-10100-smart-switch-p-60928.html>
- [30] newegg. newegg.com. [Online]. <http://www.newegg.com/Product/Product.aspx?Item=N82E16833127173>
- [31] mobileteam. mobileteam-2wayradio.co.uk. [Online]. <http://www.mobileteam-2wayradio.co.uk/batteries-and-accessories/analog-phone/alcatel-lucent-alcatel-temporis-700.htm>
- [32] Luis R. (2008, Noviembre) Ip reference. [Online]. <https://ipref.wordpress.com/2008/11/28/modelo-jerarquico-de-red/>
- [33] silverfenix7. (2009, Abril) silverfenix. [Online]. <https://silverfenix7.wordpress.com/2009/04/24/%C2%BFque-es-el-bandwidth-ancho-de-banda-de-internet/>
- [34] VoipForo. voipforo. [Online]. [http://www.voipforo.com/QoS/QoS\\_Jitter.php](http://www.voipforo.com/QoS/QoS_Jitter.php)
- [35] wikipedia. (2015, Enero) wikipedia.org. [Online]. [http://en.wikipedia.org/wiki/Device\\_under\\_test](http://en.wikipedia.org/wiki/Device_under_test)
- [36] wikipedia. (2015, Marzo) wikipedia.org. [Online]. [http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura\\_de\\_rendimiento\\_de\\_red](http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_de_rendimiento_de_red)

## ANEXO 1

### Manual de Instalación y Uso de la Herramienta JPERF

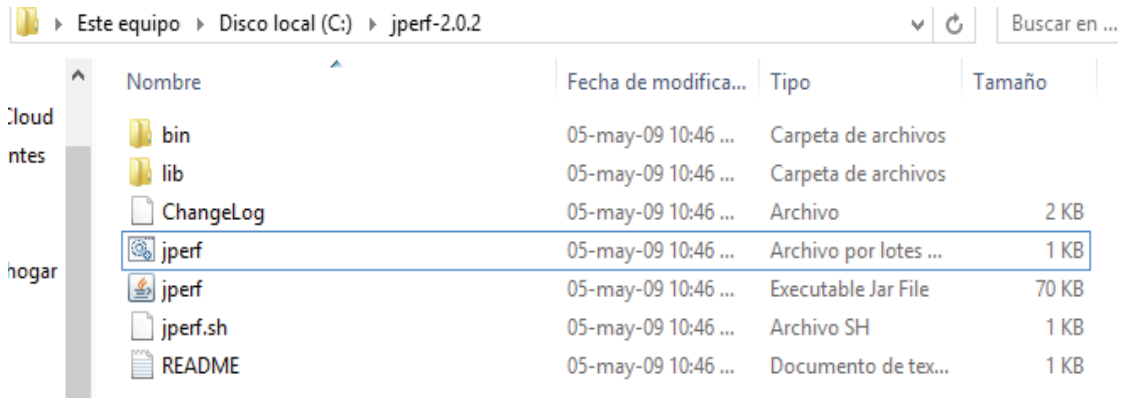
1. Se procede con la descarga de la herramienta vía web, para lo cual se puede utilizar cualquier navegador(brower) de su elección.



2. Una vez se ha descargado la herramienta, procedemos a descomprimir



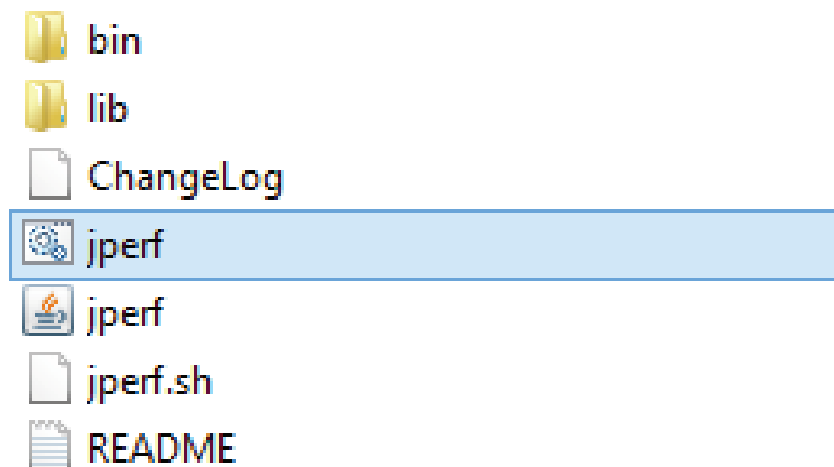
3. Con la carpeta descomprimida, se procede con la ejecución de la herramienta, ejecutando el .bat que se encuentra dentro de la carpeta que procedimos a descomprimir.



- Se debe tener previamente JAVA para que la herramienta pueda ser ejecutada sin problemas, en caso de no tener instalado proceder con la instalación antes de intentar ejecutar la herramienta JPERF y configurar la variable de entorno respectivamente.



- Una vez hayamos configurado la variable de entorno para JAVA, procedemos con la ejecución de JPERF, lo cual podemos efectuar de dos maneras distintas, la primera de manera directa dando doble clic sobre el archivo Jperf.bat



También mediante la ejecución desde el cmd de la siguiente manera:

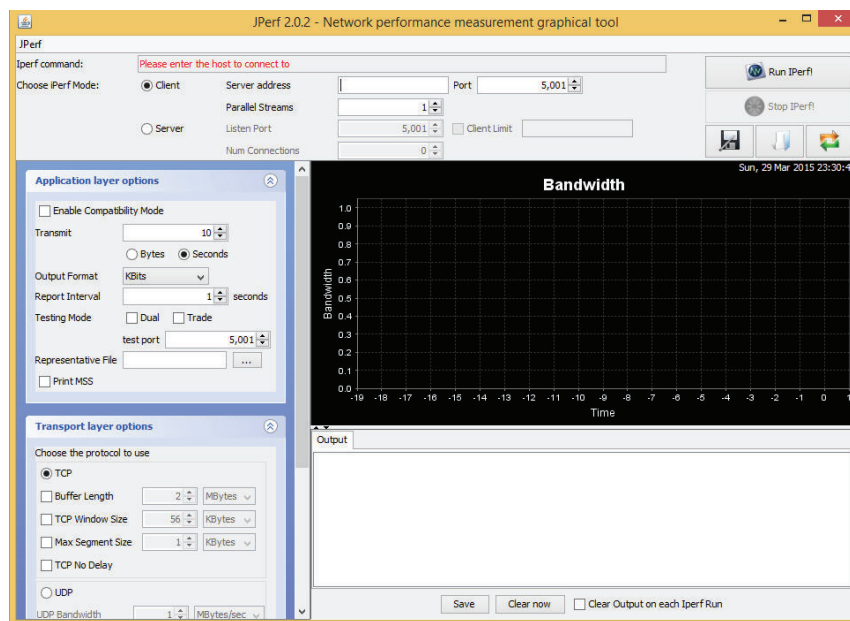
Nos colocamos en la ruta donde hayamos descomprimido la carpeta y colocamos la sentencia Jperf.bat lo cual nos permitirá la

```

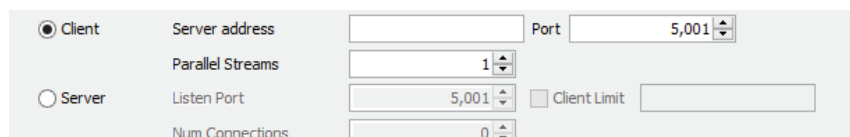
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.3.9600]
(c) 2013 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\Xp>cd ..
C:\Users>cd ..
C:\>cd jperf-2.0.2
C:\jperf-2.0.2>jperf .bat
  
```

6. Una vez inicializada la herramienta visualizaremos la siguiente ventana

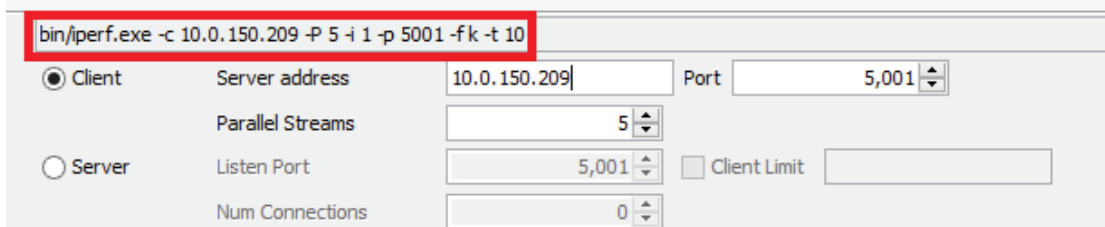


7. Para utilizar la presente herramienta hemos de proceder con la configuración, se debe tener en cuenta que se requiere tanto de un servidor como de un cliente.

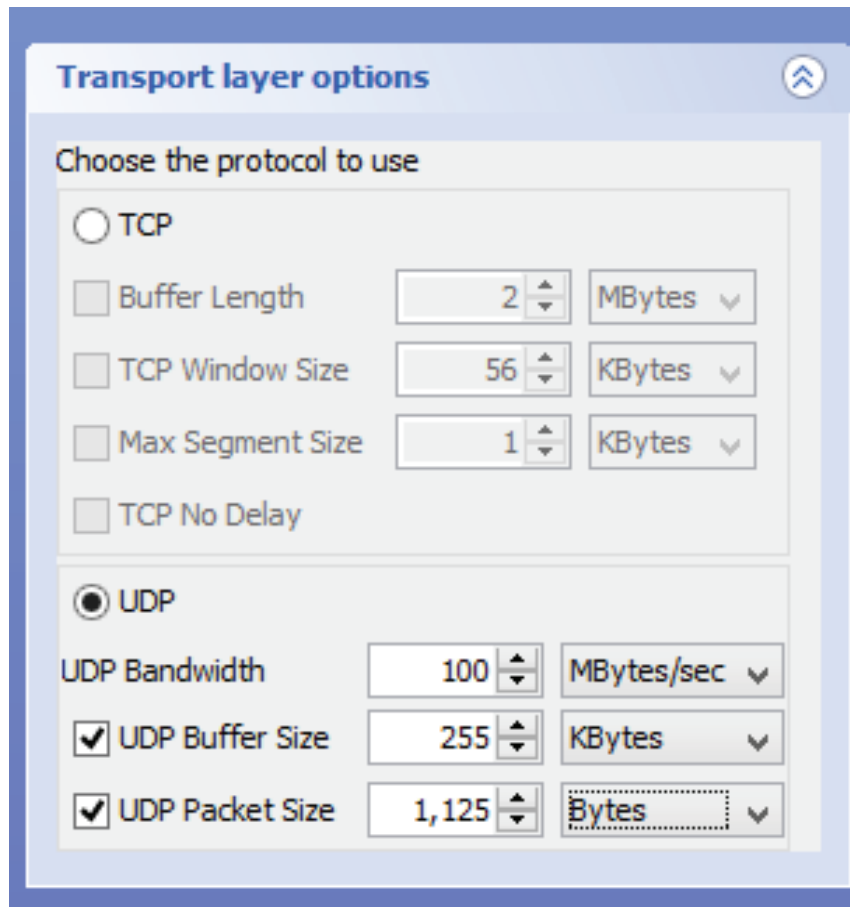


8. Para la configuración del servidor se procede de la siguiente manera, colocamos la dirección IP del equipo que será utilizado como servidor, el puerto que tengamos disponible para efectuar las mediciones.

Como podemos observar en la parte superior de la imagen, se dispone de una barra donde automáticamente se coloca la sentencia que podría ser utilizada para la ejecución desde la consola de comandos si no se requiere el entorno gráfico.

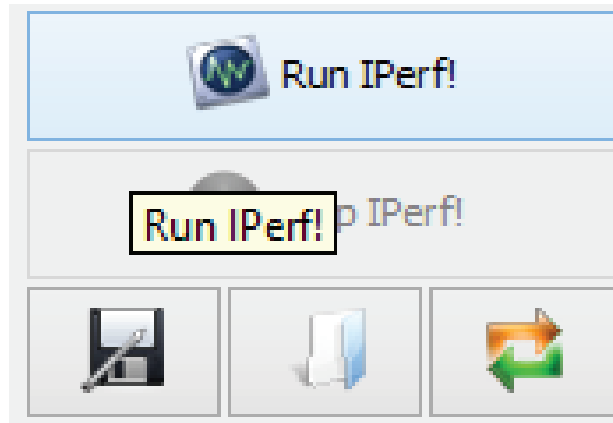


9. Para la configuración del tipo de trama a utilizar, tenemos:

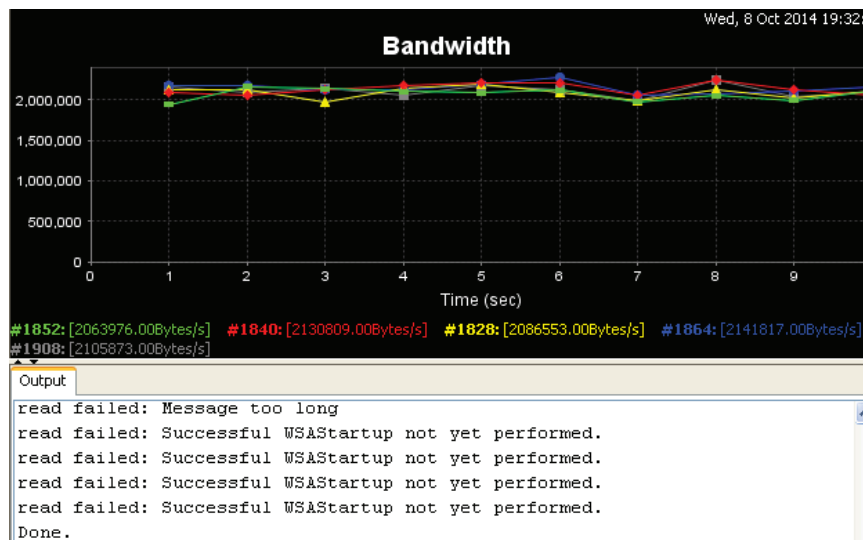


En caso de requerirse tramas TCP o UDP, se habilitara la opción, donde se asignara el ancho de banda (UDP BANDWIDTH), tamaño de buffer (UDP BUFFER SIZE), y el tamaño de la trama a enviarse (UDP PACKET SIZE).

10. Una vez hayamos configurado tanto el cliente como el servidor a ser utilizados, se procede a inicializar la herramienta para captar los diferentes logs.



11. Una vez hayamos inicializado la herramienta y la medición haya concluido tendremos los resultados de manera gráfica, tal como se expone a continuación.



12. Una vez expuestos los resultados, podemos guardar los logs de medición para un futuro análisis dando clic en save.

