



INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS / REDES Y
TELECOMUNICACIONES

DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE
SERVICIOS CONVERGENTES EN REDES LAN

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para
optar por el título de Ingeniero en Redes y Telecomunicaciones

Profesor Guía

Ing. Marcelo Vinicio Núñez

Autor

José Alejandro Morocho Pilataxi

Año

2014

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el/la estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Marcelo Vinicio Núñez

Ingeniero

1802560431

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

José Alejandro Morocho Pilataxi

1715645691

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la oportunidad de culminar una etapa fundamental dentro de mi trayectoria académica, un gracias eterno a mi familia, amigos, docentes y profesor guía, los cuales me acompañaron y apoyaron siempre con el afán de crecimiento educativo y profesional.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi Señor Padre y a mi Señora Madre, quienes son mi fuente de valores, inspiración y entrega constante, a mis hermanos Nancy, Robert, Liliana, Miguel y Rafael quienes me han apoyado incondicionalmente a lo largo de toda mi vida.

RESUMEN

Las redes de comunicación y transmisión de datos han presentado una constante evolución, convirtiendo al procesamiento de información en un tema de limitaciones desconocidas en sus futuras proyecciones. Sin embargo, al evaluar los beneficios actuales, reales y disponibles, se identifica que la conectividad se ha canalizado y orientado en base a parámetros de adecuación o adaptabilidad, lastimosamente no existe un criterio que involucre diagnósticos o informes reales que encasillen a las instituciones en un estado previo ante la implementación de nuevas tecnologías o servicios.

El presente proyecto de titulación brinda una visión general respecto a la metodología que se recomienda adoptar para el diseño de infraestructura de servicios convergentes en redes LAN. Después de una breve introducción en referencia a conceptos básicos relacionados a comunicaciones análogas y digitales, parámetros y normas de diseño de cableado estructurado, con estas referencias se mostrarán los factores que influyen en el funcionamiento de la transmisión de datos.

Posteriormente se identificarán los avances y tendencias existentes en Ecuador para el respectivo análisis, logrando de esta manera con los parámetros conocidos, estructurar una metodología que permita aprovechar al máximo los recursos de conectividad.

ABSTRACT

Communication networks and data transmission have presented a constant evolution, making the information processing an unknown issue with limitations in its future projections. However, to evaluate current benefits, real and available, identifies that connectivity has been channeled in directed based on suitability or adaptability parameters, unfortunately there is no diagnostic criteria or reports involving actual typecast by institutions with a preview state towards the implementation of new technologies or services.

This project provides an overview regarding the methodology that is recommended to adapt for designing the converged services infrastructure in LAN. After a brief introduction in reference to basic concepts related to analog and digital communications, parameters and rules of structured cabling design, with these references will give the factors that influence the performance of data transmission.

Subsequently, for the analysis the project identifies the existing developments and trends in Ecuador, achieving the known parameters, that helps structure a methodology to maximize the connectivity resources.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE UNA INFRAESTRUCTURA LAN	5
1.1 DESARROLLO HISTÓRICO DE LA TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN	5
1.1.1 Aparición de las primeras redes de comunicación.....	5
1.1.2 Primeras redes modernas de transmisión de datos.....	7
1.1.3 Telefonía y redes de telefonía	7
1.1.4 La radiodifusión	8
1.1.5 Multi-canalización – Primera estación FM	9
1.1.6 Televisión	10
1.1.7 Primer Computador	11
1.1.7.1 Z1.....	11
1.1.7.2 ENIAC.....	12
1.1.8 Transistor.....	13
1.1.9 Internet	14
1.2 TRANSMISIÓN DE DATOS	14
1.2.1 Espectro de una señal	15
1.2.2 Ancho de banda.....	15
1.2.3 Densidad Espectral.....	16
1.2.4 Relación Señal a Ruido	16
1.2.5 Eficiencia de transmisión.....	17
1.2.6 Modos de explotación del canal de transmisión	17
1.2.7 BER (Bit Error Rate)	17
1.2.8 Velocidad de propagación (m/s)	18
1.2.9 Capacidad del canal de transmisión.....	18
1.3 COMUNICACIONES ANALÓGICAS Y DIGITALES.....	18
1.3.1 Ventajas.....	20
1.3.1.1 Señales Analógicas.....	20
1.3.1.2 Señales Digitales	20
1.3.2 Desventajas	21
1.3.2.1 Señales Analógicas	21
1.3.2.2 Señales Digitales	21
1.3.3 Parámetros de las señales	21
1.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS.	23
1.4.1 Atenuación.....	23
1.4.2 Distorsión de retardo	23
1.4.3 Ruido	23

1.4.4	Protocolos utilizados para transmisión de datos.....	24
1.4.5	Relación modelo OSI – Protocolos TCP/IP	25
1.4.6	Modelo de capas en TCP/IP, protocolos y Modelo OSI.....	26
1.4.6.1	Descripción de capas Modelo TCP/IP	27
1.5	RESEÑA TECNOLOGÍAS CONVERGENTES.	27
1.5.1	Convergencia.....	29
1.5.2	Servicios en la era de la convergencia	31
1.6	ANÁLISIS PARÁMETROS CALIDAD DE SERVICIOS QOS	32
1.6.1	Conceptos	32
1.6.2	Desempeño y prioridades.....	32
1.6.2.1	Calidad de Servicio en Ethernet.....	32
1.6.2.2	Calidad de Servicio en Internet	34
1.6.2.3	Parámetros de evaluación de Calidad de Servicio QoS	35
	Reserva de ancho de banda.....	35
	Retardo Extremo a Extremo.....	35
	Jitter	35
	Tasa de error	36
1.7	RELACIÓN OPERATIVIDAD DE MEDIOS DE COMUNICACIÓN.....	37
1.7.1	Medios de transmisión guiados	37
1.7.1.1	El par trenzado.....	38
	Protegido (STP- <i>Shielded Twisted Pair</i>)	38
	No protegido (UTP – <i>Unshielded Twisted Pair</i>)	38
1.7.1.2	El cable coaxial	39
1.7.1.3	La fibra óptica	39
1.7.2	Medios de transmisión no guiados	39
1.7.3	Cuadro comparativo – Banda de frecuencias y aplicaciones	40

2. RECOMENDACIONES Y BUENAS PRÁCTICAS 42

2.1	REALIDAD INFRAESTRUCTURAS A NIVEL NACIONAL	42
2.1.1	Revisión, normas y recomendaciones en diseños de redes.....	44
2.1.1.1	Revisión	44
2.1.1.2	Definición Red.....	44
2.1.1.3	Componentes de Red.....	45
2.1.1.4	Equipos.....	45
2.1.1.5	Adaptadores de red	45
2.1.1.6	Cables de red.....	46
2.1.2	Normas	47
2.1.2.1	ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2001	49
2.1.2.2	ANSI/TIA/EIA-568-B.2-2001	49
2.1.2.3	ANSI/TIA/EIA-568-B.3-2001	49
2.1.3	Recomendaciones en Diseños de Redes.....	49
2.1.3.1	Cuarto de equipos.....	51
2.1.3.2	Cuarto de Telecomunicaciones.....	52

2.1.3.3	Ingreso de Servicios	54
2.1.3.4	Áreas de Trabajo	54
2.1.3.5	Vías adoptadas por el cableado estructurado – horizontal	55
2.1.3.6	Implementación de Tierras.....	56
2.2	MEDIOS DE TRANSMISIÓN.....	56
2.2.1	Medios de transmisión guiados	56
2.2.1.1	Par trenzado	57
Cable de par trenzado blindado – STP	57	
Cable de par trenzado sin blindaje – UTP	57	
Área de abonado	58	
Redes de Área Local	58	
2.2.1.2	Cable coaxial	58
2.2.1.3	Fibra óptica	58
2.2.2	Medios de transmisión no guiados	60
2.2.2.1	Microondas	61
2.2.2.2	Microondas terrestres	61
2.2.2.3	Microondas por satélite.....	62
2.3	CATEGORIZACIÓN (5, 5E, 6, 7)	64
2.3.1	Parámetros de clasificación	64
2.3.1.1	Atenuación	64
2.3.1.2	Atenuación diafónica.....	64
2.3.1.3	Pérdida de retorno (<i>Return Loss</i>).....	65
2.3.2	Más términos y medidas.....	65
2.3.2.1	Retardo de propagación	65
2.3.2.2	Variación del retardo (<i>Delay Skew</i>).....	65
2.3.2.3	Resistencia en continua	65
2.3.2.4	Paradiafonía (<i>PSNEXT – Power Sum Next</i>)	66
2.3.2.5	Relación Paradiafonía/Aten (<i>PSACR Power Sum ACR</i>)	66
2.3.2.6	Relación Telediafonía/Atenuación (<i>ELFEXT</i>).....	66
2.3.2.7	Relación Telediafonía/Atenuación (<i>PSELFEXT</i>).....	66
2.3.3	Categorías principales	67
2.3.3.1	Categoría 5	67
2.3.3.2	Categoría 5e	68
2.3.3.3	Categoría 6	68
2.3.3.4	Categoría 7	69
2.3.4	Fibra óptica	70
2.3.4.1	Principios de transmisión	71
2.3.4.2	Luz de propagación	71
2.3.4.3	Refracción.....	72
2.3.4.4	Reflexión	72
2.3.4.5	Principio de Propagación	73
2.3.4.6	Velocidad	73
2.3.4.7	Ancho de banda.....	74

2.4	ENLACES	74
2.4.1	Troncales	75
2.4.2	De Usuario.....	75
2.4.3	Enlaces punto a punto	75
2.4.4	Enlaces Multipunto	76
2.4.5	Enlace Difuso.....	77
2.5	TOPOLOGÍAS	78
2.5.1	Topología en anillo	79
2.5.2	Topología en anillo doble.....	80
2.5.3	Topología en bus	80
2.5.4	Topología en estrella	81
2.6	ELEMENTOS	82
2.6.1	Tipos.....	82
2.6.1.1	Elementos pasivos de las redes	82
	<i>Patch panel</i>	83
	Rack de comunicaciones	83
	<i>Patch Cord</i>	85
	<i>UTP (Unshielded Twisted Pair)</i>	85
	<i>STP (Shielded Twisted Pair)</i>	86
	<i>Salida de Telecomunicaciones – Punto de Red</i>	86
	<i>Jack</i>	87
	<i>Plug</i>	88
	Área de trabajo	88
	Conector RJ45	89
2.6.1.2	Elementos activos de las redes	90
	Hub o Concentrador.....	90
	Bridge	92
	Enrutador	92
	Gateway (Pasarela)	93
	Switch (Conmutadores)	93

3. DESARROLLO DEL MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS 96

3.1	EVALUACIÓN DE NORMAS VIGENTES.....	96
3.1.1	Detalle técnico de Normas vigentes	96
3.1.1.1	ANSI/EIA/TIA 568B.....	96
3.1.1.2	ANSI/EIA/TIA 569	97
3.1.1.3	ANSI/EIA/TIA 570	98
3.1.1.4	ANSI/EIA/TIA 606	98
3.1.1.5	ANSI/EIA/TIA 607	99
3.1.1.6	ANSI/EIA/TIA TSB-67	100
3.1.1.7	ANSI/EIA/TIA TSB-72	100

3.1.1.8	ANSI/EIA/TIA TSB-75	101
3.1.1.9	ISO/IEC 11801	102
3.2	ENTIDADES DE REGULACIÓN DEL PAÍS	102
3.3	METODOLOGÍA PROPUESTA	106
3.3.1	Conceptualización	106
3.3.2	Procedimiento Estructural.....	106
3.3.2.1	Metas	107
3.3.2.2	Entorno	108
3.3.3	Informes Técnicos	113
3.3.3.1	Parámetros de medición	114
3.3.3.2	Captura de paquetes	115
3.3.3.3	Filtros de captura	117
3.3.3.4	Análisis de paquetes.....	118
3.3.4	Diseño de la estructura o topología de red	124
3.3.5	Esquema físico y lógico	127
3.3.5.1	Gráfico esquema Físico	127
3.3.5.2	Gráfico Esquema Lógico.....	129
3.3.6	Puesta en marcha.....	130
3.4	MÉTODOS DE CERTIFICACIÓN.....	132
3.4.1	Métodos de prueba.....	135
3.4.1.1	Prueba de Enlace	135
3.4.1.2	Prueba de Canal	136
3.5	FACTORES A CONSIDERAR	138
3.5.1	Verificación de entorno	138
3.5.2	Planificación.....	139
3.5.2.1	Establecimiento de metas de la metodología	139
3.5.2.2	Tipo de verificaciones	139
3.5.2.3	Recomendación para ambiente de pruebas	142
3.5.2.4	Definición de herramienta a manejar	142

4. APLICACIÓN DEL MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN UN ENTORNO REAL 144

4.1	FACTORES QUE INCIDEN EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN DE DATOS.....	144
4.1.1	Actualización Tecnológica	144
4.1.1.1	Implementación de equipamiento físico y lógico.....	144
4.1.1.2	Energía consumida.....	144
4.1.2	Definiciones Gubernamentales.....	144
4.1.3	Análisis comercial adecuado	144
4.2	PRUEBAS DE COMUNICACIÓN.....	145

4.2.1	Verificación de entorno	145
4.2.1.1	Infraestructura física de la red.....	145
4.2.1.2	Topología existente en la red.....	145
4.2.1.3	Sistemas operativos manejados por los colaboradores.....	145
4.2.1.4	Aplicaciones usadas por los colaboradores.....	146
4.2.1.5	Tecnología de red implementada.....	146
4.2.2	Planificación.....	146
4.2.2.1	Meta de la metodología.	146
4.2.2.2	Tipo de verificaciones que se llevarán a cabo	147
4.2.2.3	Elementos de la red y tiempos de respuesta	147
4.2.2.4	Recomendación para ambiente de pruebas	148
4.2.2.5	Definición de herramienta a manejar	149
4.2.3	Recopilación de datos	149
4.2.4	Análisis de datos.....	149
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	159
5.1	CONCLUSIONES	159
5.2	RECOMENDACIONES.....	160
	REFERENCIAS.....	161

Introducción

Antecedentes

Actualmente el entorno de implementación de servicios de telecomunicaciones se encuentra relacionado con la adaptabilidad de los mismos, en infraestructuras de cableado inalámbricas ya existentes.

Para la instalación de la mayoría de servicios de cableado estructurado, como por ejemplo Voz sobre IP, Videoconferencia, transmisión de datos, se han seguido únicamente definiciones de topologías o normas de cableado, mas no medición de parámetros de calidad y optimización de señales antes, durante y después de las mencionadas instalaciones. Cabe indicar que dependiendo del servicio contratado los costos de certificación de las instalaciones de cableado estructurado consideran montos adicionales, por lo que a criterio del contratante es posible solicitar la ejecución de dichas pruebas.

En la actualidad no existe una metodología específica que indique como optimizar la transmisión de datos, el principal objetivo de este análisis es lograr el mejor aprovechamiento de los recursos involucrados en todo el proceso de implementación nueva o adecuación de una existente.

Marco referencial

Se define como una necesidad, la identificación del entorno de conectividad previo a la implementación de servicios convergentes, como transmisión de datos, voz y video.

Si se partiera desde un diseño no solo estructural sino también interno relacionado a conectividad y flujo de tráfico, se podría evitar inconvenientes al momento de implementar servicios convergentes, los cuales dependen directamente de la topología utilizada.

Existen estructuras ya definidas en las instituciones o entidades interesadas en los mencionados servicios, ante lo cual es importante como primer paso lograr un levantamiento de información real, relacionada con tráfico de paquetes, estructura organizativa, topologías utilizadas y equipos existentes, para llevar a cabo este objetivo, se utilizarán herramientas de software que se encuentran disponibles en el mercado.

Alcance

En el transcurso de este proyecto se identificarán evaluarán los comportamientos actuales y reales de la transmisión de paquetes dentro de una infraestructura LAN; como apoyo referencial, teórico y práctico se describirán factores de latencia, utilización de ancho de banda, entre otros.

También se establecerán formatos para la presentación de informes técnicos referentes al diseño, pruebas y resultados de las implementaciones de sistemas de cableado estructurado.

Este análisis comprende una asesoría técnica que establece recomendaciones, parámetros de optimización y referencias de seguimiento para el correcto diseño de infraestructuras convergentes.

Finalmente, el método propuesto cumplirá el respectivo análisis, diseño, implementación o simulación y evaluación. Cabe indicar que el análisis abarcará el estudio relacionado al tráfico de una red de telecomunicaciones, esto implica las llamadas o solicitudes de transmisión de datos de usuario, administración y control, adicionalmente los componentes de hardware y software que operan en la red.

Con relación al diseño, se buscará un enfoque en primer lugar preventivo, en el caso de que existan infraestructuras nuevas, y en otros casos el enfoque será correctivo cuando se trate de implementaciones existentes.

Justificación

Se ha optado por generar un método que esté orientado a la elaboración del diseño óptimo para infraestructuras de telecomunicaciones, siendo necesario indicar que en la actualidad no existe un método específico que se aplique para la ejecución de este tipo de proyectos.

Las ventajas obtenidas por medio del desarrollo del análisis, permiten identificar y corregir problemas relacionados con transmisión de paquetes dentro de la Red de Área Local, además de evaluar factores de compatibilidad en hardware y software que brindarán las prestaciones óptimas para el servicio requerido.

Finalmente se determinará la recomendación óptima ante la necesidad de implementar un servicio de telecomunicaciones y así definir un procedimiento para la evaluación de proveedores y prestaciones.

Como parámetro final, el proyecto planteado persigue diseñar, adecuar y establecer una red LAN de telecomunicaciones sobre una infraestructura existente o nueva, luego del compendio de las buenas prácticas, se dispondrá de una comunicación más segura y flexible, soportando de esta manera los servicios de datos, voz, video e internet.

Objetivo general

Desarrollar una metodología para el diseño óptimo de una infraestructura de servicios convergentes en Redes LAN, por medio de análisis de normas y buenas prácticas existentes.

Objetivos específicos

Analizar una red de datos mediante software de monitoreo de tráfico.

Definir infraestructuras de conectividad acordes al funcionamiento óptimo de servicios convergentes en redes LAN, mediante el conocimiento y correcta aplicación de hardware y/o software.

Documentar políticas de levantamiento de información para la implementación de cualquier tipo de servicio convergente en redes LAN a través del seguimiento de normativas o estándares.

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE UNA INFRAESTRUCTURA LAN

El desarrollo de la transmisión de datos a través de la historia ha marcado hitos importantes, lo que ha significado siempre el mejoramiento de las comunicaciones, por lo tanto es importante señalar la evolución que tuvo esta área, la misma que fue objeto de varios tipos de innovaciones.

1.1 Desarrollo histórico de la transmisión de la información

1.1.1 Aparición de las primeras redes de comunicación

Es necesario mencionar los primeros ámbitos de comunicación que permitieron establecer canales para transmisión de mensajes. Con el objetivo de identificar estos medios, se efectuará una reseña histórica que permita identificar las bases que dieron inicio a la evolución de la comunicación.

Para comunicarse el ser humano utilizó varios medios, entre los cuales se mencionan: el lenguaje, el oído, la vista y las palabras, el siguiente paso que adoptó la humanidad fue dar vigencia a estos medios de expresión. Después de identificar la necesidad de transmitir el conocimiento adquirido o en su caso mensajes, la humanidad requería encontrar el medio por el cual se pueda comunicar esto no solo a su entorno o comunidad, sino compartirlo con otros grupos u organizaciones.

Ante esta necesidad de comunicación a grandes distancias aparecieron con el pasar de los años las siguientes implementaciones y mejoras, en las cuales el ser humano tenía participación directa.

Siendo así, un hito importante en el desarrollo de la transmisión de mensajes fue la aparición y utilización del papel en el siglo VI A.C., este giro de la mensajería fue responsabilidad de la cultura e Imperio Chino, mismo que adicionalmente constaba de 200 caballos con sus caballerizas correctamente dotadas.

Otra evidencia importante es el servicio de comunicación a grandes distancias implementado en el imperio Persa aproximadamente en el Siglo XI A.C (reinado de Ciro), el cual constaba de caballos y estaciones denominadas ANGARRIAS.

Con el transcurrir de los años, el imperio Romano también organizó sus medios de transmisión de mensajes, logrando implementar el CURSUS PUBLICUS. El mismo que estaba formado por una gigantesca red de estaciones de cambio de caballos, como referencia adicional en esta red, cada una de las estaciones recibieron el nombre de *POSITIONES*, palabra de la cual se deriva el vocablo POSTA, que más adelante se adoptó como POSTAL.

Aproximadamente en el siglo XIV en Europa, las personas que requerían enviar un mensaje debían recurrir necesariamente a los muy costosos correos privados. En el año 1315 y ante la necesidad de comunicarse, los estudiantes universitarios fueron capaces de obtener una patente otorgada por el rey FELIPE “El Hermoso”, con la cual lograron mantener un servicio de comunicación con sus respectivos familiares situados en otras locaciones lejanas. (Mattelart, 2000, pp. 25-60)

El desarrollo del correo fue un factor muy necesario para difundir noticias comerciales, además de novedades o resoluciones políticas.

Con lo que respecta a la aparición y desarrollo de la transmisión de mensajes en América, es posible mencionar las siguientes referencias históricas; cuando llegaron los invasores encontraron civilizaciones que tenían un excelente sistema de transmisión de mensajes, así como también para el intercambio de mercadería.

Los Incas disponían de un mensajero especial denominado Chasqui, quien transmitía los mensajes de manera verbal. Los jóvenes responsables de esto corrían de Tambo a Tambo, llevando los mensajes para el destinatario, estos

jóvenes tenían una edad entre 18 y 20 años y eran preparados desde niños para ejecutar esta actividad de la manera más óptima, en vista de que debían atravesar grandes tramos, su responsabilidad era muy grande por motivo que de ellos dependía si se debía ejecutar o suspender una acción militar.

Las postas en las cuales los Chasquis descansaban hasta que llegase el otro Chasqui se denominaban como Tambos, el sistema era tan eficaz que en ocasiones los Chasquis eran los responsables de llevar pescado fresco desde la costa hacia los Andes para el deleite del monarca del imperio Inca, además cabe recalcar los grandes tramos que abarcaba el imperio incaico, los mismos que cubrían desde el Norte de la actual República del Ecuador hasta el Sur de la República de Chile. (Castillo, 2009, pp. 65-72)

1.1.2 Primeras redes modernas de transmisión de datos

Las primeras redes de transmisión de datos aparecen por medio de la telegrafía óptica, que reemplazó a la mensajería. Bien se puede mencionar a *Claude Chappe* quien fue un inventor francés, quien ideó una red óptica-mecánica. Cuyos nodos consistían en una columna con barra perpendicular en su extremo (llamada regulador) y dos brazos móviles fijados en mencionada barra (denominados indicadores).

Por medio de los ángulos de los indicadores e independientemente de la posición del regulador, podrían variar en incrementos de 45 grados, esto era suficiente para una codificación de cientos de símbolos, como dato referencial el mapa de líneas telegráficas fue establecido entre 1793 y 1852. A continuación otras líneas fueron construidas gradualmente en forma de estrella desde París, esta fue en efecto la primera red de telecomunicaciones en Europa.

1.1.3 Telefonía y redes de telefonía

Tener la funcionalidad del servicio telegráfico permitió que se busquen nuevas alternativas para facilitar aún más la comunicación, es así que Alexander

Graham Bell, en base a un telégrafo experimental que comenzó a funcionar erróneamente debido a que una de las piezas se soltó, logró tener una visión de cómo las voces se podrían reproducir a distancia. Para plasmar esta idea, Bell construyó un transmisor y un receptor para los cuales recibió una patente el 7 de marzo de 1876. (Evenson, 2000, p. 114)

Cabe indicar que un teléfono está formado por dos circuitos que funcionan juntos: el circuito de conversación, denominada parte analógica, y el circuito de marcación, que está encargado de la marcación y llamada. Tanto las señales de voz como de marcación y llamada (señalización), así como la alimentación, comparten el mismo par de hilos; a esto a veces se le llama “señalización dentro de la banda (de voz)”

1.1.4 La radiodifusión

El medio radio, se encuentra establecido mediante la existencia de las ondas electromagnéticas, capaces de extenderse por el espacio y superar todo tipo de barreras. Este tipo de ondas se teorizaron en 1867 por el físico *James Maxwell* (1831 – 1879) y claramente demostradas en 1888 por *Heinrich Hertz* (1857 – 1894).

Sin embargo quien logró enviar mensajes a través de ellas fue *Guglielmo Marconi* (1874 – 1937) en 1895. Marconi fue capaz de transmitir señales de morse a través de las ondas electromagnéticas.

Para el año de 1906 las ondas ya conocidas fueron utilizadas para la transmisión de sonidos y voces, esto fue posible gracias a *Reginal Fessenden* (1866 – 1932). Con esta serie de pruebas se llegó a catalogar esto como radiotelefonía, esta referencia es la base fundamental para el desarrollo de las siguientes tecnologías de telefonía.

A continuación se presenta una innovación importante en este ámbito, que permite visualizar a la radiodifusión como un sistema de difusión masiva de música y mensajes y no únicamente limitando a este sistema como un sustituto del teléfono. (Docampo, 2000, pp.13-15)

El atributo de difusión masiva fue catalogado como *broadcasting*, cabe indicar que esta definición indica la capacidad difusora del medio.

Una referencia estratégica para el desarrollo de la radiodifusión tuvo lugar durante la Primera Guerra Mundial, en vista de que el uso de la radio pasó a ser exclusivamente para el manejo de comunicaciones y operaciones militares, ésta exclusividad de servicio ocasionó que se potencie el desarrollo técnico y a su vez se aleje del ámbito público.

La radiodifusión pública adquiere una importancia evidente alrededor de 1920, en vista que aparecen las transmisiones de radio en EE.UU, teniendo entre las primeras sedes de transmisión a *Chemsford* y *Detroit*, y en el año señalado se evidencia el primer gran éxito público, que correspondió a la transmisión de los resultados electorales de las presidenciales de EE.UU.

Finalmente a partir de estos acontecimientos, en EE.UU, cuatro compañías se unieron a instancias del gobierno norteamericano y crearon la RCA (*Radio Corporation of America*), posteriormente aparecieron las grandes compañías radiofónicas.

1.1.5 Multi-canalización – Primera estación FM

En 1918 era evidente el crecimiento en el uso del teléfono, ante lo cual fue justificable encontrar una manera o metodología mediante la cual se logre combinar 2 o más canales sobre un alambre, finalmente esto fue denominado como multi-canalización.

A continuación en el año de 1933 *Edwin Armstrong* establece un sistema de radio de alta calidad, el cual es menos sensible a las interferencias radioeléctricas existentes en AM. (Tomasi, 2003, p.245)

El método por medio del cual *Armstrong* logró mencionada disminución, fue mediante la modulación de frecuencia (*Frecuence Modulation*). Después de

esta optimización, aproximadamente entre los años 1939 y 1940 finalmente la modulación descubierta se establece de manera comercial, y finalmente *Edwin Armstrong* implementa una emisora radial con este sistema de modulación.

1.1.6 Televisión

La tecnología de la televisión surge entre los años 1923 y 1938, fruto de investigaciones e implementaciones llevadas a cabo por Estados Unidos de América, Unión Soviética y Gran Bretaña.

Este sistema transmite imágenes y sonido mediante ondas a través del aire, su invención es responsabilidad de *John Logie Baird* (físico británico) en 1926. La primera transmisión se efectuó durante los años 20, y finalmente en los años 50 la televisión se popularizó y difundió en el resto del mundo.

El objetivo de *John Baird* fue transmitir imágenes por medio de las ondas utilizadas para radio, factores económicos dificultaban la comprobación de esta hipótesis, sin embargo, los avances y desarrollo tanto del telégrafo, teléfono y radio preveían el éxito respecto al funcionamiento de la televisión.

De esta manera es como en el año de 1924 logra transmitir una imagen, a no menos de tres metros de distancia, esta hazaña la llevó a cabo mediante un aparato mecánico, poco sofisticado e implementado con partes de desechos que fue recolectando.

A continuación se dieron los logros más representativos, la transmisión de imágenes desde *Glasgow* a Londres y después desde Londres hacia Nueva York. La primera transmitida en Gran Bretaña se la efectuó por medio de cables telefónicos y la segunda que abarca transmisión de continente a continente se la efectuó mediante ondas radiales.

1.1.7 Primer Computador

Es posible mencionar dos computadores que dieron inicio a la gran consolidada y extensa trayectoria de la innovación en procesamiento, análisis y desarrollo computacional, las mismas fueron: Z1 y ENIAC.

1.1.7.1 Z1

En el año 1936, *Konrad Zuse*, ingeniero alemán, fue el encargado de diseñar y fabricar la Z1. La misma se terminó de construir en 1938 y fue financiada totalmente con dinero privado. Z1 era una calculadora mecánica binaria operada con corriente y tenía el tamaño de una mesa bastante grande, los datos eran recibidos mediante cintas perforadas, y aunque no permitía un lenguaje de programación tal y como se lo conoce hoy, esta máquina fue la primera programable de la historia.

A lo largo de las pruebas se detectaba que Z1 nunca funcionó bien, esto se debía en gran parte a que no tenía suficientes partes precisas. Adicionalmente Z1 y sus planos originales fueron destruidos durante la Segunda Guerra Mundial.

En el año 1940 *Konrad* logra el apoyo del Instituto de Investigaciones Aerodinámicas, los mismos que utilizaron sus estudios para el desarrollo de bombas planeadoras. Aquí fue posible construir Z2, una versión revisada de su máquina, a partir de relevadores telefónicos. Después de obtener un funcionamiento satisfactorio de Z2, inició la construcción de Z3, la misma que concluyó en 1941, la cual constituía una calculadora binaria que disponía de programabilidad con ciclos pero sin saltos condicionales, con memoria y una unidad de cálculo basada en relevadores telefónicos.

Zuse nunca recibió el apoyo oficial, que los pioneros de las computadoras en los países aliados recibieron, como *Alan Turing*. Los relevadores telefónicos utilizados en sus máquinas eran en gran parte recogidos desde los desperdicios.

La compañía de *Zuse* fue destruida en 1945, por un ataque aliado, junto con Z3, la misma que estaba parcialmente terminada, basada en relevadores, Z4 había sido llevada a un lugar más seguro.

En 1946 *Zuse* fundó la primera compañía de computadores del mundo: *Zuse – Ingenieurburo Hopferau*, logró conseguir capital de riesgo a través de ETH Zurich y también una opción de IBM sobre las patentes de *Zuse*.

Zuse fundó otra compañía, *Zuse KG* en 1949, Z4 fue terminada y entregada a una compañía en Suiza en septiembre de 1950, en ese momento era la única computadora funcionando en el continente europeo y fue la única en ser vendida, superando así a la *Ferranti Mark I* por cinco meses y a UNIVAC I por diez meses. Otras computadoras, todas numeradas con una Z inicial, fueron construidas por *Zuse* y su compañía, son notables Z11, que fue vendida a la industria de la óptica y Z12 que fue la primera computadora con una memoria basada en cinta magnética.

Siendo 1967, *Zuse KG* había construido un total de 251 computadoras, entre 1987 y 1989, *Zuse* recreó Z1, el resultado final constaba de 30.000,00 componentes, costó 800.000,00 DM y requirió de 4 personas para implementarla. Los fondos para este proyecto de retro computación fueron provistos por Siemens y un consorcio de alrededor de cinco compañías.

1.1.7.2 ENIAC

También existen referencias de que ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Computer*) fue el primer computador, el 14 de febrero de 1946, este computador requería de un equipo de gente pendiente día y noche, fue utilizada por el ejército de los estados Unidos de América en el Laboratorio de Investigación Balística, esta máquina fue la primera computadora electrónica que fue totalmente digital.

Sus dimensiones eran impresionantes, ocupaba una superficie de 167 m² y operaba con un total de 17.468,00 válvulas electrónicas o tubos de vacío. Físicamente la ENIAC tenía 17.468,00 tubos de vacío, 7.200,00 diodos de cristal, 70 resistencias, 10.000,00 condensadores y 5 millones de soldaduras, sus constructores fueron *John Presper Eckert* y *John William Mauchly*.

Adicionalmente pesaba 26 Tn. y medía 2.4 mts x 0.9 mts. X 30 mts. utilizaba 1.500,00 conmutadores electromagnéticos; requería la operación manual de unos 6.000,00 interruptores y el programa o software que administraba este computador, cuando requería modificaciones, implicaba períodos de semanas hasta su funcionamiento óptimo.

ENIAC elevaba la temperatura del local a 50°C, para efectuar las distintas operaciones era necesario cambiar, conectar y reconectar los cables como se hacía en esa época en las centrales telefónicas. Este trabajo podía tardar varios días dependiendo del cálculo que se iba a realizar. ENIAC fue desactivada a las 23:45 del 2 de octubre de 1955 definitivamente.

1.1.8 Transistor

Este dispositivo revolucionó el campo de la electrónica e informática, su aparición data de diciembre de 1947, fue inventado en los laboratorios Bell Estados Unidos, *John Bardeen* *Walter Houser Brattain* y *William Radford Shockley* fueron los responsables de su creación, los mismos fueron galardonados en el año de 1956 con el Premio Nobel de Física.

El verdadero desarrollo de los computadores ha sido posible principalmente por la invención de este dispositivo, la función que efectúa este dispositivo es la misma que cumplían los tubos al vacío, con la diferencia fundamental de que los transistores ocupan mucho menos espacio.

Las consecuencias generadas por la aparición del transistor fueron en primer lugar que los aparatos electrónicos se pudieron hacer mucho más pequeños y

adicionalmente se redujo el consumo de potencia, una referencia fundamental de esto radica en que las válvulas de los tubos requerían tener sus filamentos calentados (al rojo) y el transistor no.

1.1.9 Internet

La invención del telégrafo, el teléfono, la radio y el ordenador sentó las bases para esta integración de funcionalidades sin precedentes.

La referencia más significativa menciona que el surgimiento de la red más grande de comunicación tuvo sus orígenes a partir de la investigación en redes de conmutación de paquetes y aplicadas hacia ámbitos militares y universitarios en Estados Unidos.

Inicialmente esta red comunicaba únicamente dos puntos, sin embargo en el año de 1970 se unieron a este proyecto más universidades, en este mismo año se crea el sistema operativo UNIX, el mismo que permitió interconectar varias redes, y países como Japón y Gran Bretaña empezaron a implementar sus propias infraestructuras.

Como definición se considera a Internet como una gran red internacional de ordenadores, es posible por medio de la misma compartir recursos, mismos que pueden tener carácter académico, profesional o de entretenimiento, también identificada como RED DE REDES.

1.2 Transmisión de datos

Para encontrar una referencia histórica que evidencie el uso de la transmisión de datos es necesario trasladarse hasta el siglo XIX. Por medio de un intercambio continuo de desarrollos tecnológicos que eran fomentados con contribuciones privadas, gubernamentales y militares, la transmisión de datos evolucionó desde las más simples conexiones de cables a un completo intercambio de información global.

El fundamento para la definición de la transmisión de datos es tomado a partir del Departamento de Comunicación de Datos y Redes Informáticas de la Universidad de San Diego – Estados Unidos, en la cual el Profesor *Anthony S. Acampora* define que: *“Cualquier proceso que permita el paso, desde un emisor a uno o varios receptores, de información de cualquier naturaleza, enviada en la forma más fácil de usar a través de cualquier sistema electromagnético”* será catalogada como transmisión de datos.

Al inicio del capítulo se ha contemplado una recopilación relacionada a la aparición de los distintos medios que dieron inicio a la comunicación y transferencia de datos, bien se puede mencionar en estos como precursores de la transmisión al telégrafo, la telefonía, la radio, la televisión y los computadores.

Es necesario manejar algunos de los conceptos que aportarán en el desarrollo de éste proyecto de titulación:

1.2.1 Espectro de una señal

Es el conjunto de frecuencias que lo constituyen y se muestran usando un gráfico en el dominio de la frecuencia.

1.2.2 Ancho de banda

Corresponde a una medida del número de frecuencias diferentes que están presentes en una señal y determina la calidad de lo que se transmite: a mayor ancho de banda mayor calidad.

Cabe indicar que el ancho de banda posee comportamiento diferente tanto en sistemas analógicos de transmisión de datos como en digitales, por este motivo es importante identificar el comportamiento en cada uno de los ya mencionados sistemas.

En el caso del ancho de banda analógico el uso del mismo es eficiente, son relativamente inmunes al ruido y no suelen ser flexibles a las modificaciones en los parámetros de las señales de entrada, si esto se presenta surge la necesidad de diseñar un nuevo circuito.

Con relación al ancho de banda digital, es posible relacionarlo con la cantidad de información o datos que se puede enviar en una conexión de red en una cierta cantidad de tiempo, además independientemente de lo que la información digital demore en llegar a su destino y reensamblarse, puede ser vista, oída, leída o procesada en su forma original.

1.2.3 Densidad Espectral

Es un valor que determina que tan eficientemente se utiliza un determinado ancho de banda para transmitir la información (Ecuación 1).

$$\partial = \frac{V1}{AB} \left[\frac{bps}{Hz} \right] \quad (\text{Ecuación 1})$$

1.2.4 Relación Señal a Ruido

Es un parámetro que mide la calidad de un sistema de transmisión de datos, el mismo implica la relación del nivel de potencia de una señal con respecto al nivel de potencia de ruido, dada en decibelios (dB) o en un factor numérico. Si el valor de la señal a ruido se incrementa la calidad del sistema también, para efectos de cálculo respecto a esta relación es posible aplicar la siguiente fórmula (Ecuación 2).

$$dB = 10 \log \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

1.2.5 Eficiencia de transmisión

En este parámetro es importante mencionar el bit de paridad, el cual es un dígito binario que indica si el número de bits con un valor de 1 de un conjunto de bits es par o impar.

La cantidad de bits de paridad empleados en la transmisión de la información les restan eficiencia al proceso, por lo tanto se define la Eficiencia de Transmisión con la siguiente (Fórmula 3).

$$n = \frac{\text{número de bits datos}}{\text{número de bits totales}} \times 100\% \quad (\text{Ecuación 3})$$

1.2.6 Modos de explotación del canal de transmisión

Existen tres modos de transmisión de datos los cuales son:

- **Simplex.** Transmisión en un solo sentido. Utilizada en radiodifusión.
- **Half Duplex.** Transmisión en dos sentidos, pero no al mismo tiempo.
- **Full Duplex.** Transmisión en dos sentidos al mismo tiempo, por ejemplo telefonía.

1.2.7 BER (Bit Error Rate)

Es la tasa a la cual los errores ocurren, es decir la proporción de bits errados respecto a los bits transmitidos en un determinado intervalo de tiempo, para obtener este valor es factible aplicar la siguiente fórmula (Ecuación 4).

$$n = \frac{\text{número de bits errados}}{\text{número de bits transmitidos}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

1.2.8 Velocidad de propagación (m/s)

Este parámetro identifica la velocidad en términos de distancia sobre tiempo, la respectiva fórmula a continuación (Ecuación 5):

$$Vt = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}} = \frac{d}{t} \quad (\text{Ecuación 5})$$

1.2.9 Capacidad del canal de transmisión

Aquí es posible determinar la máxima velocidad a la que permite transmitir un canal sin errores, la ecuación 6 a continuación describe el cálculo requerido:

$$C = Vtmax = AB \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) bps \quad (\text{Ecuación 6})$$

El valor de señal a ruido debe ser representado en valor numérico, cabe indicar que un canal ideal es aquel que no tiene ruido.

1.3 Comunicaciones analógicas y digitales

La conceptualización respecto a la evolución de las comunicaciones es obligatoria para la mejor comprensión del proceso de avance en estos ámbitos tecnológicos.

Es muy importante tener identificado el concepto de señal, la misma que puede catalogarse como una corriente o voltaje en donde son representados datos. Los sistemas comunicacionales, sean estos actuales o discontinuados, pudieron emplear para su funcionamiento señales analógicas o digitales, para mejor comprensión de las mismas se definirá de manera independiente sus conceptos.

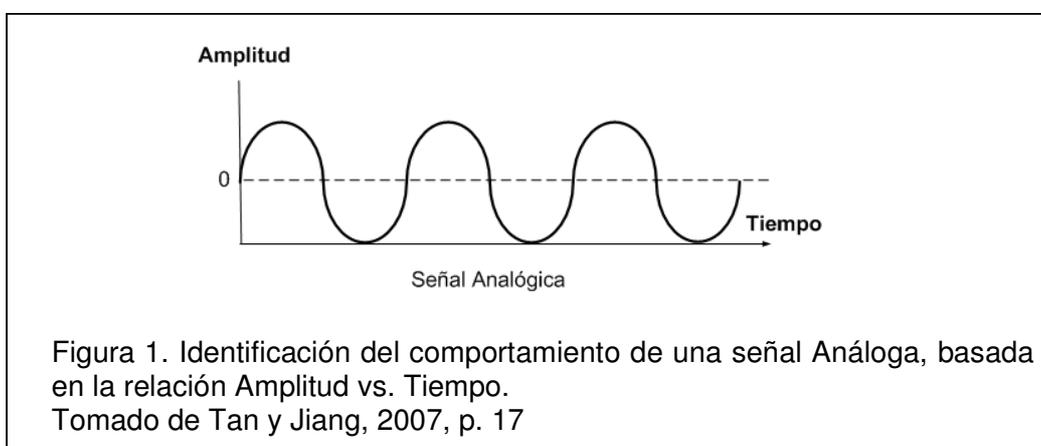
Una señal analógica es una señal eléctrica de variación continua en intensidad o también amplitud en el tiempo. Como ejemplo de este tipo de señales se mencionan la voz humana, video y música. En algunos casos son denominadas señales moduladas.

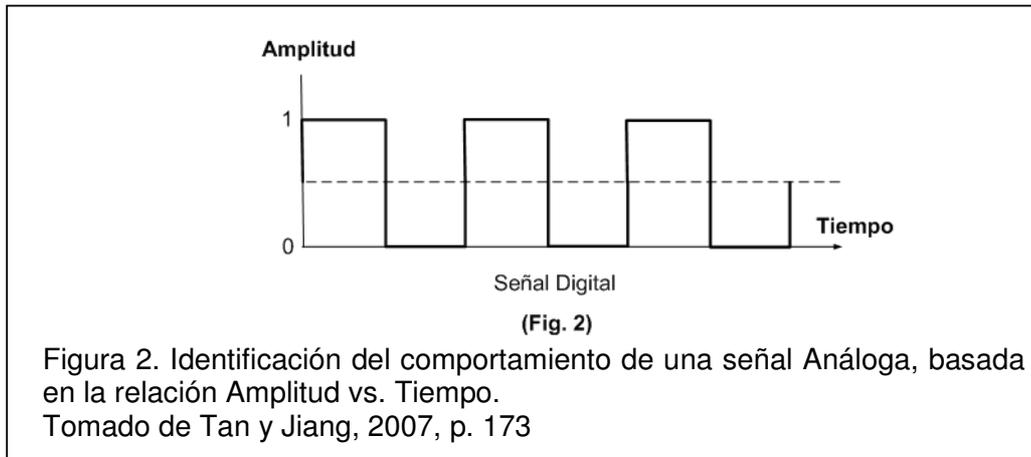
Una señal digital es la que puede tomar solo un conjunto discreto de valores dentro de un rango determinado, así como una batería puede suministrar 13 o 23 voltios (V). Las señales binarias en particular, son digitales y las mismas pueden tomar solo dos valores, 0 o 1 y además también pueden ser denominadas como no moduladas.

Ante implementaciones que puedan efectuarse, es importante identificar el comportamiento de cada una de estas señales, cabe indicar que las mismas dan origen a dos tipos de redes, las cuales son analógicas y digitales.

La señal analógica posee un voltaje que varía continuamente, ante esto es importante mencionar que esta onda senoidal presenta una sola frecuencia (*Figura 1*) y que como un ejemplo óptimo se puede mencionar a los voltajes de voz y video que varían de acuerdo con las variaciones de la luz, las mismas que corresponden a la información que se transmitirá.

Las señales digitales en contraste con las analógicas no varían en forma continua, sino que cambian mediante pasos discretos, la mayoría de estas señales utilizan codificación binaria o de dos estados (*Figura 2*).





1.3.1 Ventajas

1.3.1.1 Señales Analógicas

Las señales analógicas contemplan una serie de de ventajas, de las cuales se mencionan las siguientes:

- Las señales analógicas poseen mayor densidad.
- Estas señales pueden ser procesadas de manera directa por medio de componentes analógicos, cabe indicar que algunos procesos solo pueden ser ejecutados de forma digital.
- Las señales analógicas poseen una correcta y ajustada definición, por tanto una cantidad sin límite para la resolución de la señal.

1.3.1.2 Señales Digitales

Un factor preponderante que evidencia una ventaja, es la flexibilidad a la hora de reconfigurar las operaciones de procesamiento digital de señales, solamente modificando el programa, cuando se procede a reconfigurar un sistema que maneja señales analógicas por lo general es necesario cambiar también *hardware*.

Las señales digitales cuentan con un sistema de detección y corrección de errores, que son usados cuando la señal llega al receptor, los errores serán corregidos utilizando métodos de comprobación redundante.

Estas señales pueden almacenarse fácilmente en medio magnéticos, sin que este implique pérdida o deterioro de la fidelidad de la señal.

Adicionalmente las ventajas repercuten también en la implementación de proyectos, que por ende serán también digitales, los cuales tienen un coste menor que los proyectos que utilicen sus equivalentes analógicos.

1.3.2 Desventajas

1.3.2.1 Señales Analógicas

La desventaja más evidente en las señales analógicas radica en que ante presencia de una fuente externa que genere ruido la señal puede verse afectada. Ante esto y en vista de que la señal continuará copiándose en futuros tramos o períodos, la afectación durante toda la señal será notoria.

1.3.2.2 Señales Digitales

Para la transmisión de una señal digital es necesaria la sincronización precisa de tiempo entre los relojes del transmisor y el receptor.

Y adicionalmente los sistemas de transmisión de señales digitales son incompatibles con las instalaciones analógicas existentes.

1.3.3 Parámetros de las señales

Los parámetros de una señal analógica son los siguientes:

- Valor de pico (VP)
Es el valor máximo que alcanza una señal; también es conocida como amplitud. Si el máximo positivo es igual al máximo negativo, se denomina valor de pico a pico (V_{pp}) a la suma sin signo de dos valores. Por lo cual su formulación es la siguiente, $[V_{pp}=2V_p]$.
- Período (T)
Se refiere al tiempo que tarda en ejecutar un ciclo. Se entiende por ciclo cada repetición de la señal. El período se mide en segundos, y se emplean más habitualmente los submúltiplos.

- Frecuencia (F)

Se refiere al número de ciclos que una señal periódica ejecuta por segundo, y su unidad es el Hercio (Hz).

Los parámetros de una señal digital son los siguientes:

- Altura de pulso (nivel eléctrico)
- Duración (ancho de pulso)
- Frecuencia de repetición (velocidad pulsos por segundo)

El reemplazo de señales analógicas por digitales es uno de los mayores avances tecnológicos, los avances y/o aparición de ambas señales han tenido un enorme impacto ante el desarrollo de las telecomunicaciones y la radiodifusión en las últimas décadas.

Las señales electromagnéticas actuales han sido las resultantes de la conversión de emisiones de voz, audio y/o video con audio asociado.

La compresión de la señal digital es una diferencia preponderante con relación a su antecesora, esto en síntesis genera una mayor eficiencia, flexibilidad e innovación con respecto a implementaciones actuales.

Es necesario indicar que las actuales y futuras redes de telecomunicaciones, como la voz, la música, el video y el texto se convierten en datos, los cuales viajan juntos e indistinguibles entre sí hasta que son decodificados, reconstituidos y entregados a su receptor. Planteando el escenario en el cual las señales de teléfono, de música, datos y televisivas puedan viajar juntas, la convergencia de estos distintos tipos de servicios de telecomunicaciones deja de ser algo alejado de la realidad y se convierte en una realidad totalmente ejecutable y disponible para ser implementada y evaluada.

Así también como referencia adicional, beneficiándose del fácil almacenamiento de las señales digitales es posible que los servicios de

telecomunicación puedan adquirir dimensiones y funcionalidades diferentes y con mayor alcance, archivos de audio o video pueden en la actualidad ser grabados y reproducidos cuando el usuario final así lo desee.

1.4 Factores que influyen en el diseño del sistema de transmisión de datos.

La transmisión no está exenta de incidencias o problemas al momento de llevarse a cabo, existen factores que pueden llegar a afectar la transmisión de datos, algunos de ellos se mencionan a continuación:

1.4.1 Atenuación

La energía generada por una señal decae con la distancia, por lo que es necesario asegurar que la señal llegue con la suficiente potencia para ser captada por la circuitería del receptor y adicionalmente, el ruido debe ser sensiblemente menor que la señal original, si se desea mantener la energía de la señal se usarán amplificadores o repetidores.

1.4.2 Distorsión de retardo

Se define así al fenómeno que se da cuando las distintas frecuencias que componen una señal no se propagan con la misma velocidad, lo cual genera una deformación en la señal. Para solventar este problema se utilizan técnicas de ecualización.

1.4.3 Ruido

El ruido es toda aquella señal no deseada que se inserta entre el emisor y el receptor. Existen diferentes tipos de ruido:

- Ruido térmico, debido a la agitación térmica de electrones dentro del conductor.
- Ruido de intermodulación cuando distintas frecuencias comparten el mismo medio de transmisión.

- Diafonía se produce cuando existe un acoplamiento entre las líneas que soportan las señales y el Ruido impulsivo que se trata de pulsos discontinuos de poca duración y de gran amplitud que afectan a la señal.

1.4.4 Protocolos utilizados para transmisión de datos

Los protocolos de comunicaciones se definen como un conjunto de reglas que especifican el intercambio de datos u órdenes durante la comunicación entre sistemas.

Cabe indicar que los protocolos están presentes en todas las etapas necesarias para establecer una comunicación entre equipos informáticos, desde aquellas que son responsables de transmitir flujos de bits a un medio físico hasta el tipo de comunicación que se encarga de compartir información o transferirla de un equipo a otro en la red.

Necesariamente los propulsores de innovación y crecimiento en el ámbito de la transmisión de datos fueron los Estados Unidos de América, por tal motivo fueron los que impulsaron el protocolo TCP/IP, incentivando al resto de usuarios a utilizar esta estructura.

Es importante señalar que la referencia inicial para definir esta estructura es la mención al modelo OSI (*Open System Interconnection*), del cual se establece que para cada capa o nivel que se define existe uno o más protocolos interactuando. Los protocolos están pareados (peer to peer), esto implica que, un protocolo de algún nivel dialoga con el protocolo del mismo nivel en una computadora de destino.

Los protocolos desarrollados para la transmisión de datos fueron denominados el conjunto de protocolos TCP/IP, los mismos aparecieron de dos tipos de protocolos ya existentes, los cuales fueron: los protocolos de Control de Transmisión e Internet.

1.4.5 Relación modelo OSI – Protocolos TCP/IP

A continuación en la Tabla 1 se muestra los protocolos TCP/IP relacionados directamente a cada una de las capas del Modelo OSI.

Tabla 1. Relación entre protocolos TCP/IP vs. el Modelo OSI

RELACION PROTOCOLOS TCP / IP y MODELO OSI						
Aplicación						
Presentación	TELNET	FTP	SNMP	SMTP	DNS	HTTP
Sesión						
Transporte	TCP					
Red	IP					
Enlace de Datos	802.2				X.25	LLC/SNAP
	802.3	802.5		LAPB		ATM
Física	Ethernet	Token Ring	FDDI	Línea Síncrona WAN		SONET

Nota: Se evidencia que los protocolos TELNET, FTP, SNMP, SMTP, DNS y HTTP operan dentro de las capas Aplicación, Presentación y Sesión del modelo OSI, con relación a los protocolos TCP e IP se identifica que su función se lleva a cabo dentro de las capas Transporte y Red respectivamente, con relación a la capa Enlace de Datos los protocolos inmersos son 802.2, 802.3, 802.5, X.25, LLC/SNAP, LAPB y ATM y finalmente dentro de la capa Física es posible identificar varios tipos como Ethernet, Token Ring, FDDI, Línea Síncrona WAN y SONET. (Parker, 2006, p. 34.)

Las arquitecturas basadas en TCP/IP proponen cuatro capas, en donde las funciones de Sesión, Presentación y Aplicación pertenecientes a OSI corresponden al nivel de Aplicación de TCP/IP. Las capas de Enlace de Datos y Física pertenecientes a OSI son vistas como la capa de red de TCP/IP. Y finalmente los niveles de Transporte y Red de OSI, corresponden a los niveles de Transporte e Internet de TCP/IP respectivamente.

Es posible identificar que TCP/IP evidencia independencia del modo físico de comunicación, sin embargo existen estándares bien definidos al nivel de enlace de datos y físico, los cuales brindan mecanismos de acceso a los distintos medios.

1.4.6 Modelo de capas en TCP/IP, protocolos y Modelo OSI

En la Tabla 2 es posible identificar la relación existente entre los tres modelos indicados en el encabezado.

Tabla 2. Diferenciación entre capas TCP/IP, Protocolos y Modelo OSI.

Aplicación	Telnet	Aplicación
	FTP / HTTP	Presentación
	SMTP / SNMP	Sesión
Transporte	TCP / UDP	Transporte
Internet	IP / ICMP	Red
Red	Interface de Red	Liga de Datos
		Física

Nota: Se visualiza la división de las tres columnas, las mismas que de izquierda a derecha corresponden a Modelo TCP/IP, Protocolos y Modelo OSI. Tomado de Parker, 2006, p. 5.

1.4.6.1 Descripción de capas Modelo TCP/IP

Capa de Aplicación

Invoca programas que acceden servicios en la red, además permite la interacción con varios protocolos de transporte para enviar o recibir datos.

Capa de Transporte

Se encarga de la comunicación extremo a extremo desde un programa de aplicación a otro, además permite la regulación del flujo de la información, adicionalmente provee transporte confiable asegurando que los datos lleguen a su destino sin errores y en la secuencia correcta. También efectúa verificación por suma, la misma que asegura que la información no tuvo alteraciones durante su transmisión.

Capa Internet

Se encarga de controlar la comunicación entre un equipo y otro, decide que ruta deben seguir los paquetes de información para alcanzar su destino. Es el nivel de red del Modelo OSI, en la misma se incluye el protocolo IP, que se encarga de enviar los paquetes de información a sus destinos correspondientes.

Capa de acceso a la red

Se encarga de emitir al medio físico los flujos de bit y también recibe los que de él provienen. Aquí se encuentran los administradores de los dispositivos que se conectan al medio de transmisión.

1.5 Reseña Tecnologías Convergentes.

En la actualidad es importante tener conocimiento de la adaptación de los sistemas de información, además de las redes internas que poseen las compañías, sean estas públicas o privadas, en vista de que son una

herramienta útil para el desarrollo de sus actividades, conforme transcurre el tiempo la aparición de nuevas tecnologías es evidente. Este tipo de avances generan una nueva oportunidad de desarrollo y emprendimiento.

Las implicaciones generadas por las tecnologías de telecomunicaciones son definitivamente revolucionarias, el ritmo por medio del cual crecen es acelerado, por tal motivo es importante involucrarse en la investigación para el desarrollo de la convergencia en este sector.

Referencialmente, en la década de los ochenta, se ha evidenciado una aceleración en el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones y por ende también en los servicios públicos mediante redes. El acaparamiento del mercado tecnológico o de telecomunicaciones por parte de monopolios era una realidad innegable, sin embargo el entorno de desarrollo se ha encargado de exigir competitividad y mayor capacidad para el servicio de los usuarios finales, por lo tanto el capital privado ha jugado un papel importante para solventar las exigencias de un mercado en continuo crecimiento, y ante estas nuevas exigencias ha empezado a formar parte de una competencia tecnológica incesante.

Existieron cambios que se generaron como primer escenario en Estados Unidos alrededor de los años 70, estos cambios tenían implicaciones en el ámbito político, económico y tecnológico; ya en la década de los ochenta estas transformaciones se difundieron al resto del mundo.

Un ejemplo categórico surgió con la aparición y aprovechamiento de la fibra óptica, la cual fue la responsable de la expansión de Internet. Las implicaciones económicas generaron que los Gobiernos tengan aquí un limitante, en vista de que la inversión en el área de tecnología era muy alta, el sector privado jugó un rol importante, porque asumió ese reto e invirtió en este mercado y los respectivos servicios.

El avance tecnológico cada vez más veloz desencadenó en la Convergencia, la misma que permite el acceso y el uso de los servicios de Internet, servicios de comunicación, entretenimiento y/o contenidos para diferentes terminales. De ésta se generó una necesidad que implicó nuevos parámetros que necesitan regulaciones en lo que respecta a seguridad o privacidad en la transmisión de información y obligatoriamente la protección para el consumidor.

1.5.1 Convergencia

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la convergencia es la “evolución coordinada de redes que antes eran independientes hacia una uniformidad que permita el soporte común de servicios y aplicaciones”. La digitalización, el protocolo de internet y equipos multimedia han permitido convertir cualquier tipo de contenido en paquetes y transmitirlo digitalmente a través de cualquier plataforma.

La convergencia genera un impacto muy considerable en el sector de las telecomunicaciones, este sector obligatoriamente determina las nuevas condiciones del mercado. El nivel de regulación depende directamente de factores como el desarrollo del país, la estructura de los mercados y también las condiciones de la región, un ejemplo notorio es la República de Chile, quienes por medio de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, han promovido el acceso equitativo a las telecomunicaciones, reduciendo la brecha digital mediante el otorgamiento de subsidios, concesiones y permisos, también han actualizado el marco normativo del sector y reformularon la institucionalidad, de esta manera han logrado la debida protección a los usuarios, fiscalizando el cumplimiento de las normas, en el contexto del rol subsidiario del Estado, permitiendo así mayor igualdad de oportunidades. Adicionalmente a esto, se logró promulgar la Ley de Internet y Neutralidad de Red, para hacer frente a los procesos de convergencia.

Es evidente que la convergencia tecnológica entre países desarrollados y en desarrollo no tiene diferencias significativas, sin embargo en estos dos grupos

se evidencian alcances y particularidades que son importantes analizar. En el caso de países desarrollados se facilita la competencia por los servicios que se ofrecen y en los países en vías de desarrollo, facilita la complementariedad que justifica la ampliación de las redes de telecomunicación, forzando de esta manera la competencia entre los servicios que se transmitirán por las redes mencionadas.

Ante las circunstancias es importante identificar el concepto de competencia con y sin convergencia. Alineados a la definición práctica de convergencia, en la cual se ve a ésta como la oferta generalizada de servicios a través de la plataforma IP, es posible identificar que antes de la convergencia los servicios eran ofrecidos de acuerdo con una red específica, por ejemplo: voz fija mediante la red tradicional, voz móvil por medio de la red celular, comunicación de datos por redes dedicadas y adicionalmente televisión por sus redes específicas.

Resumiendo, en un ambiente preparatorio para la convergencia, existen barreras a la entrada que, visto desde el punto de regulaciones, pueden ser basadas en factores tecnológicos. Con esta evolución ya considerada a la convergencia existe una gradual eliminación del sustento técnico de las barreras regulatorias institucionales a la entrada.

Finalmente es posible involucrar detalles generales para tener una visión global de esta tecnología en la actualidad. Por lo tanto, la convergencia ha generado a su vez:

- Convergencia de redes, esto involucra a telefonía, servicios de transmisión de datos y televisión.
- Convergencia de industrias y mercados, se involucran las áreas de telecomunicaciones, transmisión de información y entretenimiento.
- Convergencia de productos o servicios, se pueden mencionar servicios de televisión interactiva, computadores personales, VoIP y telefonía.
- Convergencia fijo-móvil, pueden considerarse tecnologías.

- Convergencia de terminales, directamente relaciones a teléfonos inteligentes.

1.5.2 Servicios en la era de la convergencia

Actualmente algunos servicios han convergido como paquetes y plataformas, las cuales facilitan la integración de diferentes productos, y que han sido diseñados con lógicas y arquitecturas diferentes o heredadas. Es posible mencionar referencias reales que permiten visualizar el modo de operación de la convergencia en telecomunicaciones.

- CISCO

La plataforma *CISCO Converged Services Platform* conecta diferentes generaciones de acceso (en algunos casos básicas) de red con servicios multimedia para telefonía móvil. Lo que se logra con esto es alargar la vida útil de tecnologías heredadas, con esto es posible brindar los últimos desarrollos de contenidos, y obtener los rendimientos financieros relacionados con las nuevas inversiones de tecnología sobre IP sin actualizar toda la infraestructura al mismo tiempo.

- 3GPP

Es el Proyecto de Asociación para la Tercera Generación que lidera la adopción de plataformas y estándares detallados para la convergencia de la telefonía móvil y fija. El objetivo principal de este proyecto es estudiar la evolución de las telefonías fija y móvil, las mismas que se integrarán en el uso de banda ancha y manejo de múltiples medios.

- HEWLETT PACKARD

La multinacional brinda el servicio catalogado *Converged Infrastructure*, la misma que permite manejar de una manera integrada tecnología de información de diferentes eras y lógicas, esto se evidencia mediante la virtualización de todos los recursos heterogéneos de manera modular y gestionar los mismos vía IP. La gran ventaja de este tipo de plataformas es que permiten una mayor productividad, seguridad y movilidad para aquellos usuarios que requieren altos estándares de desempeño, se puede

evidenciar esto evaluando el procesamiento de una aplicación, la misma que evidencia un decremento en su desarrollo, de días a tan solo horas.

1.6 Análisis parámetros Calidad de Servicios QoS

1.6.1 Conceptos

En primer lugar es necesario identificar el concepto óptimo respecto a Calidad de Servicio (QoS), la cual puede ser definida *como el conjunto de calidades relacionadas con los servicios que deben percibir los usuarios, en este caso los usuarios pueden ser humanos o programas de aplicación.* (UIT-T E800, 2008, p. 3-8)

Con el objetivo de sustentar completamente la conceptualización del término, se puede añadir que Calidad de Servicio, *representa el efecto global de las prestaciones de un servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario al utilizar dicho servicio,* o finalmente se la puede definir como *el conjunto de requisitos del servicio que debe cumplir la red en el transporte de un flujo.* (UIT-T E800, 2008, p. 3-8)

La Calidad de Servicio aplicada en una red de datos es fundamental, en vista que tiene relación directa con la cantidad de información que se puede transmitir, el tiempo invertido hasta llegar a su destino, y finalmente las variaciones existentes durante ese tiempo.

1.6.2 Desempeño y prioridades

1.6.2.1 Calidad de Servicio en Ethernet

La responsabilidad de definir un estándar que permita etiquetar tramas LAN recayó sobre el subcomité 802.1Q. Los objetivos buscados para estas definiciones fueron:

- Distinguir tramas pertenecientes a diferentes VLAN's cuando se mezclan en un enlace troncal. Un campo de 12 bits es necesario para llevar a cabo esto.

- Cada trama debe tener un nivel de prioridad. Nuevamente el subcomité 802.1p especifica el funcionamiento de prioridades. De esta manera se puede establecer Calidad de Servicio en una Red Local y de esta manera es posible satisfacer las exigencias de aplicaciones en tiempo real.

Los mecanismos de asignación de prioridades pueden llegar en algunos casos a ser innecesarios en una red local, esto se debe a que en la actualidad el costo del ancho de banda o lo que puede representar un incremento, es virtualmente barato y únicamente con incrementar el ancho de banda y sobredimensionar en cierta medida los enlaces puede llegar a solventar cualquier tipo de congestión que se presentase.

Si se contempla otro escenario, se debe considerar que el uso de un sistema de prioridades o reserva de recursos necesitará mecanismos de control de acceso y con seguridad un cálculo de los recursos consumidos, con esto se logrará que el usuario final utilice los recursos con moderación.

Una referencia y evidencia histórica fue lo acontecido con el uso y funcionamiento de *Token Ring*, el mismo que nativamente poseía ocho niveles de prioridad, por lo que evidentemente era una red más adecuada en comparación con Ethernet para el tráfico en tiempo real. Está plenamente comprobado que todas las aplicaciones que fueron diseñadas para *Token Ring* emitían sus tramas en la prioridad más alta, y en parte puede llegar a ser comprensible, porque ningún programador iba a considerar que sus aplicaciones son menos importantes que las de otro, y ante esto el usuario final no identificaba diferencia, porque ese parámetro representaba un costo cero.

Ante estos atenuantes *Token Ring* únicamente vio afectadas sus implementaciones.

Para finalizar se puede definir que lo desarrollado en 802.1p está direccionado a la definición de prioridades más que en calidad de servicio propiamente

dicha. La calidad de servicio está plenamente identificada con redes orientadas a conexión, por lo tanto este no es un mecanismo fácil para ser implementado en redes no orientadas a conexión. Sin embargo combinar dos procedimientos, el uno que involucre prioridades de servicio y el otro que redimensione adecuadamente los enlaces críticos de red puede generar un beneficio a las necesidades de tráfico en tiempo real, como ejemplo, las interacciones multimedia.

1.6.2.2 Calidad de Servicio en Internet

Ningún tipo de calidad de servicio era contemplado en Internet, la única premisa o técnica contemplaba el servicio *“best effort”*. El uso de aplicaciones multimedia o de videoconferencia generó que el canal utilizado, también por otros usuarios, se vea afectado, en vista de que este canal era muy sensible a situaciones de congestión, por lo tanto surgió el interés en adaptar los protocolos de Internet para ofrecer algún tipo de calidad de servicio.

Es posible mencionar que en IPv4 ya existía un parámetro que podía ayudar para definir una referencia de calidad de servicio, este consistía en la presencia de un campo denominado TOS (*Type of Service*), el cual se encontraba en la cabecera del datagrama y disponía de ocho bits, de los cuales los tres primeros representaban una prioridad (precedencia), por medio del cual era posible marcar los datagramas según su importancia.

Aunque esto representa en menor medida un tipo de calidad de servicio, porque organiza los datagramas en categorías, pero generalmente no es capaz de ofrecer una garantía estricta, como lo ofrece ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), en donde es posible reservar un caudal determinado para un circuito, aplicación o flujo.

La única manera de ofrecer calidad de servicio garantizada, es realizando una reserva previa de capacidad a lo largo de todo el trayecto, similar a los circuitos ATM, para esto inicialmente se debe establecer que cada router intermedio

tenga conocimiento de la existencia de dicho flujo. Esto implica pasar del modelo no orientado a conexión, usado en Internet, al orientado a conexión.

1.6.2.3 Parámetros de evaluación de Calidad de Servicio QoS

Reserva de ancho de banda

Este parámetro garantiza que se transmita cierta cantidad de datos en un tiempo determinado. Permite que proveedores de ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) logren garantizar un mínimo de ancho de banda y de servicios. Lo descrito puede ser logrado por medio de identificadores de cabecera de los paquetes y se utiliza para dar prioridad al tráfico de un determinado tipo de archivos, estos pueden contener, audio, video datos, etc. Al momento del envío se contempla la reserva de un determinado ancho de banda, justamente para los archivos antes mencionados, siempre y cuando estos lo soliciten.

Retardo Extremo a Extremo

Este parámetro hace referencia a que puede suceder que los paquetes tomen un largo período en alcanzar su destino, esto debido a largas colas o tomen rutas menos directas para prevenir la congestión de la red. Los retardos generados inutilizan aplicaciones. Los servicios en tiempo real o multimedia son sensibles a retardos.

Jitter

Se denomina *Jitter* a un cambio indeseado y abrupto de la propiedad de la señal. Además de variación del tiempo en la llegada de paquetes, causada por congestión de la red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar a su destino.

Tasa de error

Esto corresponde a paquetes mal dirigidos, combinados entre sí o corrompidos cuando se enrutan. El receptor tiene que detectarlos y justo cuando el paquete es liberado, pregunta al transmisor para repetirlo, se manejan dos posibles escenarios y estos son: Texto – Los paquetes con errores pueden ser retransmitidos y Audio/Video – Pueden ser descartados, porque los paquetes retransmitidos llegan fuera del orden correcto. El nivel de errores se dispara por el “*BIT ERROR RATE*” (BER).

Los factores de desempeño que son considerados para la evaluación de Calidad de Servicio están plenamente identificados en la Tabla 3.

Tabla 3. **Parámetros necesarios para evaluar Calidad de Servicio.**

<u>Parámetro</u>	<u>Unidades</u>	<u>Significado</u>
Ancho de Banda (bandwidth)	Kb/s	Indica el caudal máximo que se puede transmitir
Retardo o latencia (delay or latency)	ms	El tiempo medio que tardan en llegar los paquetes
Jitter	ms	La fluctuación que se puede producir en el retardo
Tasa de pérdidas	%	Proporción de paquetes perdidos respecto a los enviados

Nota: Se evidencia la importancia de las tres características que rigen la evaluación de la Calidad de Servicio, definiendo las unidades implicadas con el respectivo significado. Tomado de Alvarez, 2006, pp. 4-8.

Es válido también indicar que los Requerimientos de Calidad de Servicio en las Aplicaciones son los mostrados en la Tabla 4 a continuación:

Tabla 4. Esta tabla indica los requerimientos de QoS para Aplicaciones.

<u>Aplicación</u>	<u>Fiabilidad</u>	<u>Retardo</u>	<u>Jitter</u>	<u>Ancho de Banda</u>
Correo electrónico	Alta	Alto	Alto	Bajo
Transferencia de ficheros	Alta	Alto	Alto	Medio
Acceso Web	Alta	Medio	Alto	Medio
Login Remoto	Alta	Medio	Medio	Bajo
Audio bajo demanda	Media	Alto	Medio	Medio
Video bajo demanda	Media	Alto	Medio	Alto
Telefonía	Media	Bajo	Bajo	Bajo
Videoconferencia	Media	Bajo	Bajo	Alto

Nota: Se comparan los cinco parámetros que poseen las diferentes aplicaciones en telecomunicaciones que pueden ser utilizadas, abarcando desde correo electrónico hasta servicios de videoconferencia. Tomado de Alvarez, 2006, p. 97.

1.7 Relación operatividad de medios de comunicación

Un medio de comunicación o transmisión es aquel que permite la propagación de una señal física, es posible mencionar dos medios de transmisión, guiados y no guiados, los mismos que también pueden llegar a contemplar factores de afectación en sus respectivas transmisiones.

1.7.1 Medios de transmisión guiados

En este ámbito, el ancho de banda o la velocidad de transmisión dependen directamente de la distancia y si el enlace es punto a punto o multipunto.

Estos medios están formados por un cable que permite la conducción de las

señales desde un extremo a otro. Las características que presentan estos medios depende del tipo de conductor utilizado, la velocidad máxima de transmisión, las distancias máximas que puede llegar a ofrecer entre repetidores, la inmunidad frente a interferencias electromagnéticas, la facilidad en su instalación y finalmente la capacidad de soportar diferentes tecnologías a nivel de enlace.

Los medios de transmisión guiados más utilizados en el campo de las comunicaciones y la interconexión de ordenadores son:

1.7.1.1 El par trenzado

Está formado por un par de hilos de cobre cruzados entre sí, este “trenzado” tiene como objetivo, reducir el ruido de diafonía. Si existen más número de cruces por unidad de longitud, mejor comportamiento ante el inconveniente de diafonía. Se pueden señalar dos tipos de par trenzado.

Protegido (STP- *Shielded Twisted Pair*)

Este cable está formado por pares trenzados similar a UTP, sin embargo en STP cada par tiene una lámina de protección, además posee una lámina externa de aluminio o de cobre trenzado que protege a todo el conjunto de pares, esto está diseñado con el objetivo de que el ruido eléctrico no afecte a la transmisión de datos. (Tanenbaum, 2003, pp. 73-74)

No protegido (UTP – *Unshielded Twisted Pair*)

Es un cable de par trenzado sin recubrimiento metálico externo, por lo tanto es sensible a las interferencias, Cada par es un conjunto de conductores aislados con un recubrimiento plástico, este par se retuerce para que las señales transportadas por ambos conductores no generen interferencias ni resulten sensibles a emisiones. (Tanenbaum, 2003, pp. 73-74)

1.7.1.2 El cable coaxial

Es un cable que está compuesto de un hilo conductor, denominado núcleo y una malla externa, los cuales están separados por un dieléctrico o aislante.

1.7.1.3 La fibra óptica

Es una fibra flexible de vidrio o acrílica que tiene la propiedad de transmitir la luz o las imágenes, cualquiera que sea su configuración, esto es posible gracias a la presencia del fenómeno de reflexiones internas múltiples.

Cuadro comparativo Medios de transmisión guiados

Tabla 5. Comparativa existente entre los medios de transmisión guiados.

Medio de transmisión	Razón de datos total	Ancho de Banda	Separación entre repetidores
Par trenzado	4 Mbps	3 Mhz	2 – 10 km
Cable coaxial	500 Mbps	350 Mhz	1 – 10 km
Fibra óptica	2 Gbps	2 Ghz	10 -100 km

Nota: Se muestran la evaluación y comparativa necesaria para los medios definidos como par trenzado, cable coaxial y fibra óptica. Tomado de Tanenbaum, 2003, p. 186.

1.7.2 Medios de transmisión no guiados

Cuando se menciona este tipo de medios tanto la transmisión como la recepción de información se lleva a cabo por medio de antenas, en el momento de transmitir la antena emite energía electromagnética en el medio, y el efecto producido en la antena receptora es la captación de las ondas electromagnéticas del medio que lo rodea.

Estas transmisiones pueden ser configuradas de manera direccional y omnidireccional. En la primera, la antena transmisora emite la energía

electromagnética concentrándola en un haz, por lo tanto para este caso las antenas, tanto emisora como receptora, deben estar alineadas. En el caso de las transmisiones omnidireccionales, la radiación se efectúa de manera dispersa, se emite en todas las direcciones, por lo tanto la señal puede ser recibida por varias antenas.

La transmisión de datos por estos medios no guiados presenta inconvenientes adicionales, los cuales son provocados por la reflexión que sufre la señal en algunos obstáculos existentes en el entorno de transmisión.

Por lo tanto en este caso es más importante el espectro de frecuencias de la señal transmitida que el propio medio de transmisión como tal.

1.7.3 Cuadro comparativo – Banda de frecuencias y aplicaciones

Tabla 6. Bandas de frecuencia de funcionamiento de las distintas aplicaciones principales de transmisión.

Banda de Frecuencia	Nombre	Modulación	Razón de Datos	Aplicaciones Principales
30 – 300 Khz	LF-Low Frequency	ASK, FSK, MSK	0,1-100 Mbps	Navegación
300 – 3000 Khz	MF-Medium Frequency	ASK, FSK, MSK	10-1000 bps	Radio AM comercial
3 – 30 Mhz	HF-High Frequency	ASK, FSK, MSK	10-3000 bps	Radio de onda corta
30 – 300 Mhz	VHF-Very High Frequency	FSK – PSK	Hasta 100 kbps	Televisión VHF, Radio FM

Nota: Se definen las respectivas bandas de frecuencia existentes con sus parámetros de identificación. Tomado de Tanenbaum, 2003, p. 258.

Tabla 6. Continuación.

Banda de Frecuencia	Nombre	Modulación	Razón de Datos	Aplicaciones Principales
300 – 3000 Mhz	UHF-Ultra High Frequency	PSK	Hasta 10 Mbps	Televisión UHF, Microondas terrestres
3 – 30 Ghz	SHF-Super High Frequency	PSK	Hasta 100 Mbps	Microondas terrestres y por satélite
30 – 300 Ghz	EHF-Extremely High Frequency	PSK	Hasta 750 Mbps	Enlaces cercanos con punto a punto experimentales

Nota: Se definen las respectivas bandas de frecuencia existentes con sus parámetros de identificación. Tomado de Tanenbaum, 2003, p. 258.

2. Recomendaciones y Buenas Prácticas

2.1 Realidad infraestructuras a nivel nacional

Es importante indicar que en la actualidad el entorno de implementaciones e infraestructura en lo que respecta a telecomunicaciones, se encuentra relacionado directamente con los mecanismos y directrices gubernamentales establecidos a partir del año 2009, fecha a partir de la cual el gobierno del Eco. Rafael Correa ha invertido recursos logísticos, administrativos y económicos con el objetivo de fortalecer el sector de las telecomunicaciones en el Ecuador.

El ámbito estatal forma parte influyente en el planteamiento de la realidad en el aspecto de infraestructura, por lo cual el actual gobierno mediante el Plan Nacional de Conectividad 2008 – 2010 (documento adjunto) buscó prioritariamente desarrollar los servicios de acceso a Internet para las áreas de Salud y Educación. Ante esto el gobierno proyectó proveer de internet a 9,320 instituciones educativas para el 2010 con una inversión total en infraestructura de \$900 millones; y hasta el año 2009, 15,000 computadoras en escuelas han sido conectadas. Sin embargo, la ejecución del Plan como tal y el incremento paulatino de cobertura se han llevado a cabo gracias al aporte significativo de la empresa privada.

El motivo de puntualizar lo anterior radica en que Ecuador cuenta en la actualidad con conexión directa a la red que rodea Sudamérica, hasta el año 2007 el país debía enlazarse con Colombia o Perú para tener conexión directa a Internet, en vista de que el cable Panamericano no cruzaba por el Ecuador. Telefónica, a través de *Telefonica International Wholesale Services*, efectuó la implementación del cable submarino SAm-1, en la playa de Punta Carnero – Ecuador.

El sistema de fibra óptica SAm-1, cuenta con una inversión global superior a los 1,300 millones de dólares, cubre aproximadamente 25,000 kilómetros, incluyendo 3,000 kilómetros de fibra óptica terrestre y la misma proporciona

una capacidad de hasta 1,92 Terabits/seg y la capacidad de sostener 120 millones de comunicaciones simultáneas.

Adicionalmente, el estado ecuatoriano recibió de parte de Telefónica una capacidad de 200 megabits por segundo, los mismos que serán destinados para reducir la brecha digital del país, proporcionando de esta manera internet de banda ancha a colegios y escuelas públicas.

Ecuador forma parte de los países que al momento se encuentran en vías de desarrollo, por lo cual también es miembro de importantes Organismos Internacionales cuyo fin es elaborar políticas reglamentarias de las comunicaciones que sirven de base para que el conjunto de países las apliquen, mediante esta acción se intenta llegar a una homogeneidad en la forma de manejar a este gran sector a nivel regional y mundial.

En la actualidad en el país existen provincias con miles de puntos de acceso a Internet, así como también, algunas provincias solo hasta hace poco tiempo están en el proceso de establecer y conocer su capacidad de innovación o potencial.

Es muy importante identificar las áreas geográficas con la mejor infraestructura de acceso dentro del Ecuador, así como también el flujo de usuarios más demandantes (estadísticamente Quito, Guayaquil, Cuenca) y actualizar a la par la infraestructura para crear sistemas de transmisión de datos que estén a la vanguardia en los países de la región.

Conservando lineamientos similares con el resto de países dentro de la región Andina, en Ecuador los ámbitos académicos y de investigación han adoptado el concepto y difusión del internet. Los proveedores de servicio de acceso a internet, los operadores de telecomunicaciones y los implementadores de infraestructura juegan un papel fundamental, hasta el año 2012 se ha evidenciado la monopolización respecto a los dos primeros actores (acceso a internet y operadores de telecomunicaciones).

El mayor volumen de usuarios de internet, investigadores involucrados en el uso de internet, el conjunto de proveedores de Servicios de Internet y las empresas privadas de Telecomunicaciones se encuentran radicadas en la ciudad de Quito y Guayaquil, mencionadas ramas son también las de mayor avance e innovación analizadas desde el ámbito de infraestructura y forma de adaptarse al avance de la tecnología.

2.1.1 Revisión, normas y recomendaciones en diseños de redes

2.1.1.1 Revisión

En el campo que involucra el diseño de redes es posible abarcar varios aspectos que son importantes para el entendimiento e introducción al tema, ante esto es importante definir que una red de comunicaciones se compone de un conjunto de nodos emisores/receptores de información conectados por enlaces que permiten la transmisión de la información.

El diseño de redes de Telecomunicaciones es una actividad que ha obtenido mucha atención en la medida que las nuevas tecnologías han acelerado la convergencia de voz, datos, imágenes y video, además de prestaciones que abarcan una creciente movilidad.

2.1.1.2 Definición Red

El modelo más simple de las redes conecta 2 computadores, entre los cuales es posible compartir información y datos. La complejidad en el diseño de una red implica por ejemplo conectar todas las computadoras de una empresa o compañía en cualquier lugar del mundo.

Si el objetivo es compartir impresoras, tan solo es necesario un conmutador, sin embargo si se desea compartir eficientemente archivos y también ejecutar aplicaciones de red, se requieren tarjetas que permitan conexión de red (*NIC – Netware Interface Cards*) y cables para la conexión respectiva.

2.1.1.3 Componentes de Red

Los componentes básicos necesarios para permitir la conectividad dentro de una red de transmisión de datos, son los siguientes:

- Equipos
- Adaptadores de red
- Cables de red
- Dispositivos de comunicación inalámbricos

2.1.1.4 Equipos

Son aquellos terminales que poseen y desean transmitir datos o compartir servicios a otros terminales del mismo tipo o de mayor rendimiento.

2.1.1.5 Adaptadores de red

Estos adaptadores permiten convertir los datos en señales eléctricas que pueden transmitirse a través de un cable, de la misma manera convierten las señales eléctricas en paquetes de datos que el sistema operativo del equipo o computador puede entender.

Los adaptadores de red son la interfaz física entre el equipo y el cable de red, se implementan en una ranura de expansión de cada una de las estaciones de trabajo (equipos) o servidores de la red. Los datos que pasan a través del cable hasta el adaptador de red se envían en forma de paquetes, un paquete es un grupo lógico de información que incluye cabecera. La cual contiene información de la ubicación y también los datos del usuario.

La cabecera mencionada contiene campos de dirección que incluyen información relacionada al origen de datos y su destino, ante lo cual el adaptador de red interpreta la dirección de destino para determinar si el paquete debe entregarse en ese equipo involucrado.

Si esto es satisfactorio, el adaptador de red pasa el paquete al sistema operativo para procesarlo, de no ser así el paquete será rechazado, existe una

dirección exclusiva en cada adaptador de red, la misma se encuentra en sus respectivos chips, la misma que se denomina como dirección física o dirección de control de acceso al medio (*MAC – Media Access Control*).

En resumen, este componente efectúa las siguientes funciones:

1. Recepción de datos desde el sistema operativo del equipo y los convierte en señales eléctricas que se transmiten por el cable.
2. Recepción de señales eléctricas del cable e interpretación de datos que el sistema operativo del equipo puede captar.
3. Identificación de si los datos recibidos son para el equipo involucrado.
4. Control del flujo de datos entre el equipo y el sistema de cable.

2.1.1.6 Cables de red

Con el objetivo de enlazar equipos y formar una red se usan cables que actúan como medio de transmisión en la misma, con esto se logra transportar las señales entre los equipos involucrados.

Un cable que conecta dos equipos o componentes de red es catalogado como segmento, la clasificación de los cables se da por las capacidades de los mismos para transmitir datos a distintas velocidades, con esta referencia es posible mencionar los siguientes tipos:

- **Cable de par trenzado**

El detalle de este tipo de cable ha sido descrito en el primer capítulo de este proyecto de titulación.

- **Cable coaxial**

Este cable está formado por un núcleo de hilo de cobre cubierto por un aislamiento, una capa de metal trenzado y una cubierta exterior, el responsables de la transmisión de este cable es el núcleo, el cual transporta las señales eléctricas que transportan los datos. El cable coaxial contempla dos tipos: *ThinNet (Base2)* y *ThickNet (10Base5)*.

- **Cable de fibra óptica**

Este cable usa fibras ópticas para transportar las señales de datos digitales en formas de pulsos modulados de luz, más adelante en el transcurso de este proyecto de titulación se describirá a más detalle el funcionamiento y operación de este medio de transmisión.

2.1.2 Normas

Con el objetivo de garantizar una infraestructura adecuada, además de crear redes confiables, la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA), así como también otras organizaciones de estándares se han fusionado para desarrollar metodologías normalizadas relacionadas a la instalación de redes de cableado estructurado.

Existen en la actualidad normas ya establecidas con relación a los edificios de cableado, ante esto el crear caminos y espacios en el diseño de la infraestructura civil para los cables de comunicación y la gestión de los mismos dentro de lo ya instalado es propenso a que cambien con frecuencia, dependiendo de las necesidades que surjan a lo largo del proyecto de implementación.

Las normas mencionadas transforman a la implementación en un proyecto único para las compañías que se involucren en su realización, de esta manera el usuario final contará con una red de transmisión de datos que funcione con cualquier producto de cualquier proveedor, el carácter de exigencia de estas normas es fundamental, en vista de que las mismas actúan como requisitos obligatorios por parte del estado, el cual cuenta con organismos que velarán por el beneficio del solicitante de los servicios de implementación de infraestructura.

En este punto, la norma que adquiere vital importancia es **TIA/EIA 568-B**, la misma que está catalogada como Normativa de Cableado de

Telecomunicaciones para Edificios Comerciales, la cual constituye la base fundamental de las demás normas de cableado, permite establecer las especificaciones para el diseño e instalación de un sistema de cableado genérico. Aquí se definen los requisitos y recomendaciones en cuanto a estructura, interfaces, configuración, instalación, parámetros de funcionamiento y verificación.

La intención de la norma es brindar las mejores prácticas para el diseño e instalación de sistemas que sean capaces de soportar una amplia variedad de servicios, los mismos que se encuentran enfocados con la realidad de la convergencia.

Con el uso de **TIA/EIA 568-B** es posible implementar sistemas integrados de cableado estructurado para edificios comerciales, además de entornos o complejos de varios edificios. La descripción de esta norma implica los detalles relacionados a arquitecturas, parámetros de rendimiento, conectores y requisitos de instalación, además los subconjuntos de esta norma abarcan cuestiones concretas relativas a los tipos de cables especiales usados en las distintas infraestructuras.

Finalmente se debe definir a **TIA/EIA 568-B** como un conjunto de tres normas de telecomunicaciones pertenecientes a la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones, las cuales son:

- ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2001
- ANSI/TIA/EIA-568-B.2-2001
- ANSI/TIA/EIA-568-B.3-2001

Estos estándares fueron publicados por primera ocasión en el año 2001, los cuales sustituyen al conjunto de estándares TIA/EIA 568-A, los mismos que han quedado relegados.

Es posible que lo más característico de la norma **TIA/EIA 568-B.1-2001** sea la asignación de pines en los cables de 8 pares y 100 Ohmios, la distribución que

implica la ubicación de los pines está catalogada como **T568A** y **T568B**, lastimosamente existe una tendencia en nombrarla de manera errónea como **TIA/EIA 568-A** y **TIA/EIA 568-B**.

2.1.2.1 ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2001

Esta norma analiza los requisitos originales, proporciona información en cuanto a la planificación, instalación y verificación de sistemas de cableado estructurado en edificios comerciales. Además establece los parámetros de rendimiento para sistemas de cableado, tales como canales y vínculos permanentes, uno de los principales cambios en este documento es que únicamente este reconoce cableado categoría 5e o de mayor categoría. (Belden St. 568-B, 2013, pp. 12-13)

2.1.2.2 ANSI/TIA/EIA-568-B.2-2001

Esta norma trata del balance de los componentes de cableado de par trenzado, aquí se especifica los componentes de cableado y los requerimientos de transmisión para un sistema de cableado. (Belden St. 568-B, 2013, pp. 12-13)

2.1.2.3 ANSI/TIA/EIA-568-B.3-2001

Esta norma aborda componentes de cableado de fibra óptica, además especifica los componentes y requisitos de transmisión de los sistemas de cableado de fibra óptica. (Belden St. 568-B, 2013, pp. 12-13)

2.1.3 Recomendaciones en Diseños de Redes

El diseño de redes involucra de manera directa al sistema de cableado estructurado, el cual ocupa un papel primordial en la infraestructura de telecomunicaciones, la ausencia de un análisis y diseño adecuado genera gastos no esperados, esto surge porque en inicio no se contemplaron los detalles fundamentales como son: disposición de mobiliario, proyección de

crecimiento de la empresa, áreas de trabajo, además de factores de diseño ligados a los estándares de cableado y sus respectivas especificaciones técnicas.

La conceptualización del cableado estructurado implica un enfoque sistemático del cableado, lo cual tiene como objetivo disponer de un sistema organizado que pueda comprenderse fácilmente por parte de personal técnico, implementadores y administradores de la red diseñada.

Con los puntos ya considerados se pueden mencionar **tres definiciones** que garantizan la efectividad y eficiencia en los proyectos de diseño de cableado estructurado.

La primera definición implica la búsqueda de una solución completa de conectividad para redes, que abarque todos los sistemas que han sido diseñados para conectar, administrar e identificar cada uno de los cables en las infraestructuras beneficiadas. Esta implementación guiada por medio de estándares será diseñada con el objetivo de brindar funcionalidad para tecnologías actuales y futuras. El cumplimiento de las normas o estándares revisados anteriormente brindará alta confiabilidad y rendimiento en la infraestructura implementada, esto a largo plazo.

La segunda definición menciona la planificación, la misma que da vital importancia a la expansión a futuro. El número de cables instalados debe satisfacer necesidades futuras, es importante mencionar soluciones de categoría 5e, categoría 6 y de fibra óptica, con esto se prevén requerimientos a largo plazo y también se debe mencionar que la implementación física deberá encontrarse operativa durante más de diez años.

La definición final radica en mantener la flexibilidad para la libre elección de proveedores, resulta en ocasiones más costoso implementar un sistema cerrado que sea dependiente de un único proveedor, sin contemplar además

que el mismo puede no cumplir con estándares, el principal motivo de elegir un sistema estandarizado es el de que en implementaciones futuras, las mudanzas, ampliaciones o modificaciones serán actividades sin complicaciones.

Después de haber considerado las definiciones antes expuestas, es posible plantear y describir los aspectos que son recomendables adoptar para el diseño del cableado estructurado, para esto se detalla a continuación los ítems:

- Cuarto de equipos
- Cuarto de telecomunicaciones
- Ingreso de servicios
- Áreas de trabajo
- Vías adoptadas por el cableado estructurado – horizontal
- Implementación de tierras

2.1.3.1 Cuarto de equipos

Para la implementación del cuarto donde se encontrarán los equipos de administración del cliente es necesario considerar detalles estructurales, esto incidirá en la ubicación de los mismos. Es importante definir tamaños de los mismos, ya que esto influirá en el espacio ocupado y optimizado dentro del cuarto.

La ubicación de las tomas eléctricas es fundamental, ya que si existe un número no adecuado de las mismas, será necesario optar por la implementación de las necesarias para el funcionamiento apropiado de los equipos.

El tipo de equipos que estarán en el cuarto también es un factor relevante, porque de esto dependerá si son ubicados sobre superficies como mesas o quizás directamente sobre el piso, otra alternativa es evaluar si serán instalados dentro de racks, gabinetes o racks aéreos.

El espacio del cuarto de equipos deberá cumplir los requerimientos propuestos por el personal responsable de su implementación, caso contrario se deberá adecuar el cuarto según los requerimientos, los cuales están relacionados con: entornos de aire acondicionado, sistemas de control de humedad, distribución de iluminación, tomas eléctricas reguladas, extintores contra incendios y a su vez sistemas de detección de incendios.

Se deberá también considerar un número óptimo de tomas de transmisión de datos, en vista de que en este cuarto estarán ubicados los servidores, los cuales siempre deberán estar conectados a la red.

Al haber cumplido con estos detalles se obtendrá finalmente el área ocupada por el cuarto, así como también el contenido del mismo y de los servicios que proporcionará al usuario final. Es de mucha guía y ayuda detallar los materiales considerados en la implementación del cuarto, estos pueden ser: *racks*, gabinetes, computadores o unidades de suministro de energía con baterías.

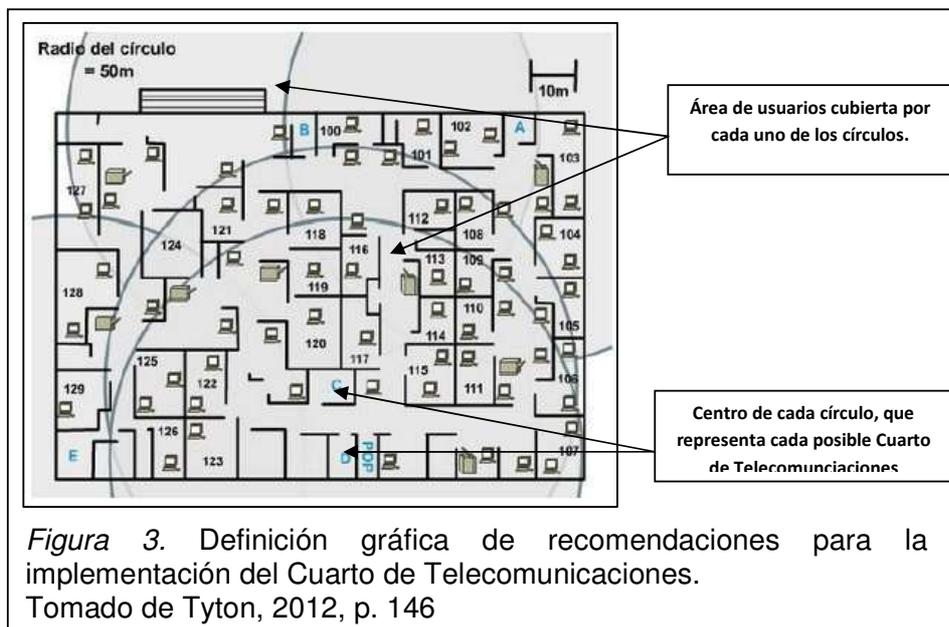
2.1.3.2 Cuarto de Telecomunicaciones

Las recomendaciones que se adoptarán para el cuarto de telecomunicaciones serán iguales que las aplicadas en el cuarto de equipos, esto con relación a espacio físico, servicios del entorno, dimensiones, etc., después de evaluar esto es importante definir el espacio para el montaje de los equipos de terminación de cableado (*patch panels*) y también de otros servicios como telefonía y/o video.

La característica más importante que se debe considerar para la implementación del cuarto de telecomunicaciones será la longitud máxima que cubre el cableado horizontal, en vista de que el mismo debe partir del cuarto de comunicaciones, y deberá estar colocado de manera óptima para cubrir el mayor área posible de usuarios finales.

Es viable definir varios posibles lugares de ubicación del cuarto de telecomunicaciones, para que al momento de elegir se tengan disponibles varias alternativas de ubicación y si la extensión de toda el área de usuarios lo amerita colocar no solo un cuarto de telecomunicaciones, sino los que sean necesarios.

Para la implementación del cuarto de telecomunicaciones se puede optar por efectuar el siguiente procedimiento: que consiste en disponer del plano de la planta involucrada, a continuación se colocan posibles ubicaciones del cuarto requerido, después se trazan círculos de 50 mts. de radio, los mismos que tienen como centro cada una de las ubicaciones posibles del cuarto, de la manera que se indica en la Figura 3, por este medio se identificarán las áreas que se conectarán a cada uno de los cuartos (si dicha área lo requiere).



Como se puede visualizar existen áreas en las cuales los círculos cubren sectores que otros también lo hacen, cuando suceda esto se puede considerar la eliminación de uno de los círculos, en vista de que la cobertura ya está solventada por cualquiera de los áreas implicadas.

2.1.3.3 Ingreso de Servicios

Se requiere definir el punto en el cual se colocará el ingreso o acceso de servicios, esto se relaciona con la forma por medio de la cual los servicios de telecomunicaciones llegan desde el exterior hacia la infraestructura diseñada.

Las vías por medio de las cuales estos servicios acceden al edificio o estructura privada serán, subterráneas o en algunos casos por medio de la primera planta, también puede ser por medio de cables aéreos o conexiones inalámbricas punto a punto a través de antenas que están en las azoteas, en estos casos el acceso estará ubicado en las pisos superiores.

Después de esto se colocará el Panel de Distribución Principal (MDF) y se definirá una ruta desde ésta hacia el Ingreso de Servicios.

2.1.3.4 Áreas de Trabajo

Al mencionar las salidas de los servicios se hacen presentes las ubicaciones de las áreas de trabajo de los colaboradores, que estarán ligadas directamente a la distribución del sistema mobiliario. Esta distribución debe ser proyectada antes de su implementación, y si ya se encuentra implementada, deberá analizarse y evaluarse, en vista de que los cajetines, salidas de ductos o canaletas estarán relacionados con la ubicación de los puestos de trabajo.

Estos cajetines deberán estar ubicados a no más de 30 cm. del suelo y deberán ser accesibles para los colaboradores, únicamente si el entorno lo permite se puede pasar por alto esta medida, siempre y cuando los cables conectados a estos cajetines no pasen por encima de otro mobiliario.

Cabe indicar que no solo estarán involucrados equipos pertenecientes a los usuarios finales, también es importante considerar que los cajetines deberán brindar servicios departamentales, como: impresión, faxes y videoconferencia.

Al final lo que se busca es obtener un plano de ubicación de salidas de servicio, tanto de colaboradores como de equipos departamentales, por tanto en este detalle se identificarán las salidas de datos, telefonía, video, etc.

2.1.3.5 Vías adoptadas por el cableado estructurado – horizontal

Aquí se evaluarán algunos detalles, es posible en primer lugar mencionar el volumen de usuarios en cada sector y la respectiva movilidad en un piso o edificio, según el caso. Si los usuarios NO tienden a cambiar de ubicación se efectuarán trazos de rutas de cable directas que van desde el cuarto de telecomunicaciones hacia los cajetines de ingreso de los servicios, en cambio, si los usuarios tienden a moverse constantemente o que el área de trabajo sufra continuas modificaciones, lo recomendable a implementar es rutas de cable por zonas, esto implica disponer de un punto intermedio que no implique cambiar totalmente el cableado.

Adicionalmente es importante mencionar que para esta última adecuación se utilizarán puntos de consolidación, los cuales son lugares de interconexión entre el cableado horizontal proveniente del distribuidor horizontal y cableado horizontal que concluye en las áreas de trabajo.

Después de estas especificaciones se evaluará si el edificio es nuevo o ya existente, porque esto definirá si las rutas de cableado serán internas o perimetrales, lo anterior quiere decir si los cables estarán dentro de paredes, pisos o techos falsos o encima de paredes o techos falsos, respectivamente.

En este punto se evaluará también que medio será utilizado, como opciones están cable de par trenzado o fibra óptica, las características de ambos son: cable par trenzado es económico sin embargo tiene un limitante de distancia de máximo 90 mts. así como también posee susceptibilidad a interferencias electromagnéticas, la fibra óptica no tiene problemas con relación a distancias o interferencias, cabe indicar que el costo así como la instalación de fibra es más complicada.

Finalmente se recomienda enlistar los materiales a ser utilizados, aquí se pueden incluir canaletas, tubos, materiales para ductos de pared, también se

deberá calcular el metraje en cables que se ocuparán desde el cuarto de comunicaciones hasta los cajetines de usuarios finales, además de los cables usados dentro del cuarto mencionado.

2.1.3.6 Implementación de Tierras

El sistema de tierras físicas es importante para la alimentación eléctrica, sin embargo en estos casos es necesario un sistema de tierra dedicado para el sistema de telecomunicaciones.

Se dispone de un estándar que ayuda a implementar un sistema de tierra óptimo, este es EIA/TIA607, es necesario que se verifiquen varios puntos o detalles que deben estar también ligados al sistema de tierra, como: tubería, gabinetes, rack, monturas de red.

2.2 Medios de transmisión

Se define como medio de transmisión al canal que permite la comunicación de información entre dos terminales de un sistema de transmisión de datos. Esto se efectúa por lo general mediante ondas electromagnéticas que se propagan a través del canal. En ocasiones este canal es un medio físico y en otras no, en vista de que las ondas electromagnéticas son susceptibles de ser transmitidas por el vacío.

Los medios de transmisión se pueden clasificar en dos grupos: Medios de transmisión guiados y medios de transmisión no guiados.

2.2.1 Medios de transmisión guiados

Los medios de transmisión guiados están formados por un cable que se encarga de la conducción de las señales de un lado a otro.

Las características de los medios de transmisión guiados son:

- Fácilmente instalables
- Posee inmunidad frente a interferencias electromagnéticas
- Poseen varios tipos de conductores
- Ofrecen distancias máximas entre repetidores
- Es posible transmitir a grandes velocidades
- Posee la capacidad de soportar diferentes tecnologías de nivel de enlace

Los medios de transmisión guiados generalmente utilizados en el área de telecomunicaciones e interconexión de ordenadores son:

- Par trenzado
- Cable coaxial
- Fibra óptica

2.2.1.1 Par trenzado

Este medio de transmisión posee un par de hilos conductores cruzados entre sí, el objetivo de este cruce es el de reducir el ruido de diafonía, existen dos tipos de par trenzado: Protegido – *Shielded Twisted Pair* (STP) y No protegido – *Unshielded Twisted Pair* (UTP).

Cable de par trenzado blindado – STP

Este cable posee una funda de metal o un recubrimiento de malla entrelazada que rodea cada par de conductores aislados. Esta protección evita que ingrese ruido electromagnético y elimina la interferencia, este cable tiene las mismas características de calidad y utiliza los mismos conectores que el UTP, sin embargo es necesario conectar el blindaje a tierra.

Cable de par trenzado sin blindaje – UTP

Este medio de transmisión es el más frecuente, y está constituido por dos conductores, por lo general de cobre, cada uno con su aislamiento de plástico de color, el aislamiento tiene un color asignado para su identificación.

Las principales aplicaciones en las que se utiliza este tipo de cable son mencionadas a continuación:

- **Área de abonado**

Corresponde al último tramo de cable existente entre el teléfono de un abonado y el armario central a la que se encuentra conectado, actualmente es uno de los medios más utilizados de transmisión de banda ancha, porque es una infraestructura que está implementada en gran porcentaje dentro de las ciudades.

- **Redes de Área Local**

Aquí son utilizadas para transmisión de datos, por medio de las cuales se llegan a obtener velocidades de transmisión superiores a los 100Mbps.

2.2.1.2 Cable coaxial

Este medio transporta señales con rangos de frecuencias más elevados que los cables de pares trenzados, este cable tiene un núcleo conductor central formado por un hilo sólido o enfilado, también de cobre, protegido por un aislante de material dieléctrico que está recubierto de una hoja exterior de metal conductor, malla o ambos.

2.2.1.3 Fibra óptica

La fibra óptica está formada por plástico o cristal y se encarga de transmitir las señales en forma de luz, este medio utiliza la reflexión para transmitir la luz a través del canal. Un núcleo de cristal o plástico es rodeado de una cobertura de cristal o plástico menos denso, la diferencia entre densidades debe ser tal que el rayo se mueve por el núcleo reflejado por la cubierta y no refractado en ella.

A continuación se detalla la tabla 7 con las características más importantes de los medios guiados mencionados y de otros existentes.

Tabla 7. Denominación de estándares, referencias de anchos de banda, velocidad y distancia de los diferentes tipos de medios guiados.

Categoría	Estándar	Ancho de banda	Velocidad	Distancia límite	Características
Categoría 1	TIA/EIA568 B	0.4Mhz	100Kbps	100 Mts.	Cable básico de telecomunicaciones, líneas telefónicas y modem de banda ancha
Categoría 2	TIA/EIA568 B	4Mhz	4Mbits/s	100 Mts.	Ya no se lo utiliza
Categoría 3	EIA/TIA568	16Mhz	10Mbits/s	100 Mts.	Se lo utiliza en redes 10 BaseT
Categoría 4	EIA/TIA568	20Mhz	16Mbits/s	100 Mts.	Fue usado en redes Tokeng Ring
Categoría 5/5e	TIA/EIA568 B	100Mhz	1000Mbps	100 Mts.	Señales de alta integridad, servicios básicos de telefonía, token ring y ATM
Categoría 6	ANSI/TIA/EI A568B-2.1	250Mhz	1Gbps	90 Mts.	Posee características para crosstalk y ruido, se lo utiliza para 10BaseT, 100BaseT, 1000BaseTX
Categoría 6a	ANSI/TIA/EI A568B-2.10	550Mhz	10Gbits/s	100 Mts.	Mitiga los efectos de la diafonía o crosstalk. En cable blindado la diafonía externa es cero.
Categoría 7/7a	ISO/IEC 11801	600-1200Mhz	10Gbits/s	100 Mts.	Posee blindaje para cada par que constituye el cable.

Nota: Se definen las respectivas categorías de medios guiados más relevantes, partiendo desde Categoría 1 hasta Fibra Óptica Multimodo, descritas mediante características tales como estándar, ancho de banda, velocidad y distancia límite. Tomado de Herrera, 2003, pp. 81-90.

Tabla 7. Continuación.

Categoría	Estándar	Ancho de banda	Velocidad	Distancia límite	Características
Coaxial Grueso	IEEE 802.3 10Base5	350Ghz	10Mb/s	500 Mts.	La capacidad en términos de velocidad y distancia es grande, pero su implementación es costosa.
Coaxial Fino	IEEE 802.3 10Base2	350Ghz	10Mb/s	185 Mts.	Su limitación radica en la distancia de operatividad, sin embargo su costo es bajo.
Fibra Óptica Monomodo	IEEE 802.3 1000BaseB X	100Ghz	622Mb/s	100 Km	Se propaga únicamente en un solo modo de luz.
Fibra Óptica Multimodo	IEEE 802.3 1000BaseS X	500Ghz	10-155Mb/s	2.4 Km	Es aquella que puede propagarse por más de un modo o camino.

Nota: Se definen las respectivas categorías más relevantes, partiendo desde Categoría 1 hasta Fibra Óptica Multimodo, descritas mediante características tales como estándar, ancho de banda, velocidad y distancia límite. Tomado de Herrera, 2003, pp. 81-90.

2.2.2 Medios de transmisión no guiados

Los medio de transmisión no guiados son buenos para cubrir grandes distancias y hacia cualquier dirección, son capaces de transmitir ondas electromagnéticas sin utilizar un conductor físico, sino que se transmiten a través del aire, motivo por el cual están disponibles para cualquiera que disponga los dispositivos para receptor estas ondas.

Los medios de transmisión no guiados generalmente utilizados en el área de telecomunicaciones son los enlistados a continuación.

2.2.2.1 Microondas

Estas ondas utilizan el espacio aéreo como medio físico de transmisión, la información es transmitida en forma digital por medio de ondas de radio de muy corta longitud.

Dentro de un enlace es posible direccionar múltiples canales a múltiples estaciones, o también pueden existir enlaces punto a punto, las estaciones se caracterizan por una antena tipo plato y de circuitos que conectan la antena con el equipo del usuario.

Como características se puede mencionar que el ancho de banda de uso varía entre 300 a 3000 Mhz. También es posible indicar que existen algunos canales de banda superior de 3.5 Ghz y 26 Ghz.

2.2.2.2 Microondas terrestres

Para la transmisión de este tipo de ondas se utilizan antenas parabólicas, cuando el caso implica conexiones a larga distancia, se usan conexiones intermedias punto a punto entre antenas parabólicas.

Son utilizadas en reemplazo del cable coaxial o las fibras ópticas en vista de que se requieren menos repetidores y amplificadores, aunque se debe contemplar que deben existir antenas alineadas, por este medio es posible transmitir señales de televisión y voz.

Las pérdidas de señal que se presentan se deben a la atenuación, debido a que las pérdidas aumentan con el cuadrado de la distancia, cabe indicar que la atenuación aumenta con la presencia de lluvias.

2.2.2.3 Microondas por satélite

El satélite cumple con la misión de recibir las señales y amplificarlas o retransmitirlas en la dirección adecuada, para conservar la alineación adecuada con los emisores y receptores en tierra el satélite deberá ser geoestacionario. Los usos conocidos para estos medios de transmisión son: transmisión de televisión, transmisión telefónica a larga distancia o redes privadas.

Una consideración importante menciona que el rango de frecuencias para la recepción de la señal del satélite debe ser diferente del rango al que se emite, esto con el objetivo de que no existan interferencias.

A continuación se detalla la tabla 8 con las características más importantes de los medios no guiados mencionados y de otros existentes.

Tabla 8. Denominación de estándares, referencias de anchos de banda, velocidad y distancia de los diferentes tipos de medios NO guiados.

Categoría	Estándar	Ancho de banda	Velocidad	Distancia límite	Características
Microondas Terrestres	IEEE 802.16 WIMAX	2-40 Ghz	500 Mbps	7.14 Km	Uso principal en transmisiones de larga distancia, se requieren menor número de repetidores o amplificadores.
Microondas satelitales	IEEE 802.16 WIMAX	1-10 Ghz	275 Gbps	10 Km	Se usa principalmente como enlace de dos transmisores terrestres.

Nota: Se muestran las características de los medios no guiados, los cuales se encuentran desplegados en base a categoría, estándar, ancho de banda, velocidad, distancia y características. Tomado de Herrera, 2003, pp. 91-95.

Tabla 8. Continuación

Infrarrojo	IrDA	300Ghz hasta 400 Thz	115 Kbps	3-5 metros	Genera un tipo de luz que no es posible identificar por medio del ojo humano, muestra cuanto calor tiene una cosa.
Ondas Cortas	DRM30 SW	3-30Mhz	300.000 Km/s	10-100 metros	Son campos magnéticos y eléctricos que interactúan en ángulos rectos, además cuanto mayor es la longitud de onda, mas baja es la frecuencia.
Ondas de Luz	Comisión Internacional de la Iluminación CIE	100-400Thz	300.00 Km/s	500 metros	Son generadas por medio de vibraciones de campos eléctricos y magnéticos, por este motivo emiten radiación electromagnética.

Nota: Se muestran las características de los medios no guiados, los cuales se encuentran desplegados en base a categoría, estándar, ancho de banda, velocidad, distancia y características. Tomado de Herrera, 2003, pp. 91-95.

2.3 Categorización (5, 5e, 6, 7)

El sistema de cableado estructurado a implementarse en cualquier tipo de infraestructura deberá estar a la altura de las aplicaciones que los usuarios finales requieran, además de ser también la mejor opción en términos de costo / beneficio.

Existen varios términos que permitirán identificar de mejor manera los distintos tipos de categorías de cables y el motivo de esta clasificación, a continuación son mencionados:

2.3.1 Parámetros de clasificación

2.3.1.1 Atenuación

Se refiere con este término a la medida de disminución de la intensidad de la señal a lo largo de un cable (la misma se expresa en dB) por motivo de la impedancia y también a la pérdida por radiación al ambiente.

Se la mide en cada par a diferentes frecuencias dependiendo de la clase, es una medida crítica para establecer la calidad del cable, los factores que pueden incrementar esta medida son la frecuencia, la distancia, la temperatura y la humedad, lo óptimo de la atenuación es que deberá ser lo más baja posible.

2.3.1.2 Atenuación diafónica

En primer lugar se identifica a la diafonía como un tipo de interferencia (*crosstalk* – acoplamiento electromagnético) entre pares de un mismo cable, la señal existente en un par induce una señal en el resto de pares, la cual se propaga en ambos sentidos y su medida también es en dB.

Ahora, la atenuación diafónica es la capacidad de un par para resistir una perturbación provocada por otro par (diafonía), es posible medir la calidad del tendido del cable y también de las conexiones, por lo cual es medida en los dos extremos del cable, obteniendo dos denominaciones:

NEXT (*Near-End CrossTalk*) o paradiafónica en el lado emisor.

FEXT (*Far-End CrossTalk*) o telediafónica en el receptor.

Por lo general el NEXT suele ser mayor que el FEXT y adicionalmente añade ruido a los datos de vuelta. Como se ha descrito, lo medido es la “pérdida” de la señal inducida, por lo tanto el valor de la atenuación paradiafónica debe ser lo más alto posible.

2.3.1.3 Pérdida de retorno (*Return Loss*)

Este término cataloga a la relación que existe entre lo que se emite por un par y lo que retorna por el mismo par, esta medida obtenida debe ser lo más alta posible.

Existen algunas aplicaciones como Gigabit Ethernet que usan un esquema de codificación de transmisión *full-duplex* en que las señales de transmisión y recepción se encuentran superpuestas en el mismo par conductor, este tipo de aplicaciones son más sensibles a errores resultantes por el retorno de señal.

2.3.2 Más términos y medidas

2.3.2.1 Retardo de propagación

Es el tiempo que demora la señal en llegar a otro extremo, su cantidad no debe superar un máximo

2.3.2.2 Variación del retardo (*Delay Skew*)

Consiste en la diferencia de retardo de propagación de la señal que existe de un para a otro, este término empezó a contemplarse a partir de la Categoría 5e para redes Gigabit, su cantidad no debe superar un máximo.

2.3.2.3 Resistencia en continua

Consiste en la resistencia del elemento ante el paso de la corriente continua.

2.3.2.4 Paradiafonía en modo suma de potencias (PSNEXT – *Power Sum Next*)

Se refiere al acoplamiento provocado por la suma de las señales de tres de los pares en el cuarto y medido en el extremo emisor, como su objetivo es medir pérdidas, siempre se espera que supere una cantidad mínima.

2.3.2.5 Relación Paradiafonía/Atenuación en modo suma de potencia (PSACR – *Power Sum ACR*)

Esta medida es la diferencia entre PSNEXT menos la Atenuación (en dB), el resultante deberá superar un mínimo.

2.3.2.6 Relación Telediafonía/Atenuación (ELFEXT)

Esta medida la diferencia entre FEXT menos la Atenuación (en dB), el resultante deberá superar un mínimo.

2.3.2.7 Relación Telediafonía/Atenuación en modo suma de potencias (PSELFEXT – *Power Sum ELFEXT*)

Aquí el acoplo que medirá el FEXT será el producto de las señal de los tres cables en el cuarto, el resultante deberá superar un mínimo.

Se han establecido topologías genéricas de instalación y diseño dentro de las normas de cableado, las mismas han sido catalogadas en categorías o clases de desempeño de transmisión.

Los comités pertenecientes a la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA) y de la Organización Internacional para la Normalización (ISO) son líderes en el desarrollo de normas de cableado estructurado, los mismos que trabajan conjuntamente con los comités de desarrollo de aplicaciones, con el objetivo de que las innovaciones en cableado soporten el avance en tecnología de transmisión de señales.

Cabe indicar que los requisitos técnicos de las normas TIA e ISO se asemejan bastante para diversos grados de cableado, sin embargo los términos utilizados

para identificar el nivel de desempeño en las normas de cada organización pueden generar confusión.

La categorización a detallarse será la adoptada por TIA, en la cual los componentes de cableado se caracterizan por una categoría de desempeño y se los une para formar un enlace permanente que se cataloga también por una categoría de desempeño, los tipos de categorizaciones a describirse serán:

- Categoría 5
- Categoría 5e
- Categoría 6
- Categoría 7

2.3.3 Categorías principales

2.3.3.1 Categoría 5

Catalogada también como TIA/EIA 568, especifica categorías del cable UTP solamente, basándose en la habilidad del cable para el mínimo apoyo y la capacidad máxima de rendimiento.

Estuvo catalogada por los estándares de TIA/EIA como el más alto grado o capacidad, el cual podía soportar velocidades de red de 100 Mbps y transmisión de voz y datos con frecuencias de hasta 100 Mhz.

El rendimiento UTP es el que define la categorización de los cables existentes, por lo tanto a 100 Mhz esta categoría de cable tendrá un NEXT de 32dB / 304.8 y un índice de atenuación de 67dB / 304.8 m.

Además posee las siguientes características:

- El cable está formado por 4 pares trenzados (8 cables)
- Cada uno de los pares se distingue por colores, los cuales son naranja, verde, azul y marrón.
- Tiene un aislamiento de polietileno de alta densidad.
- Consta un cubrimiento de PVC

2.3.3.2 Categoría 5e

Los requisitos referentes al cableado de Categoría 5e fueron publicados en el año 2000, su objetivo era encarar la caracterización adicional de desempeño de transmisión requerida para aplicaciones como 1000BaseT, los cuales utilizan esquemas de transmisión bidireccionales. Surgió la necesidad de adicionar márgenes de maniobra a los límites de desempeño de la categoría 5 y caracterizó varios criterios nuevos de transmisión que eran necesarios para el soporte de Ethernet *Gigabit*.

Para asegurar esto, las especificaciones de la categoría 5e adicionaron margen de maniobra a los parámetros de pérdida NEXT, pérdida ELFEXT y pérdida de retorno y finalmente presentaron la caracterización de la diafonía utilizando suma de potencias, lo cual aproxima la diafonía total presente cuando todos los pares están energizados, esto puede evidenciarse en un esquema de transmisión de cuatro pares.

La gran diferencia entre la Categoría 5 y Categoría 5e radica en que algunas especificaciones han sido mejoradas en la última versión. Ambos operan a 100 Mhz, sin embargo la categoría 5e cumple con estas especificaciones modificadas:

Next de 35 dB, PS-NEXT de 32 dB, ELFEXT de 23.8 dB, Return Loss de 20.1 dB y Delay Skew de 45 ns

2.3.3.3 Categoría 6

La categoría en cuestión ha sido utilizada durante los últimos años para la implementación de infraestructuras nuevas, en vista de que brinda el máximo en cuanto a margen de desempeño y rentabilidad de la inversión. El cableado de esta categoría produce el doble de margen de relación señal ruido que el cableado 5e, y los usuarios finales aseguran de esta manera que el sistema de cableado implementado soporte los rigores requeridos y adicionalmente soportase 1000BaseT cuando se presente una actualización de cualquier aplicación.

La aparición de la Categoría 6 también buscaba limitar la conversión de señales de modo diferencial a modo común y viceversa a través de la caracterización de simetría de componentes, lo que finalmente dio un resultado de desempeño óptimo en cuanto a compatibilidad electromagnética.

Originalmente el cableado de Categoría 6 fue destinado para soportar las aplicaciones en 100BaseT y 1000BaseT, sin embargo la base de esta categoría también puede soportar la aplicación de 10GBaseT. Los reportes técnicos emitidos por TIA e ISO con sus documentos TSB-155 e IEC 24750 respectivamente, identifican el margen de desempeño adicional requerido, y con esto la confirmación de funcionamiento sobre 10GBaseT.

En vista de que la capacidad de procesamiento de señales digitales de la aplicación 10BaseT tiene como resultado una eliminación total de la diafonía interna entre pares, esta aplicación es particularmente sensible a un acoplamiento de señales no deseadas entre el cableado y los componentes adyacentes. Este acoplamiento está catalogado como diafonía exógena (*alien crosstalk*), y la misma se encuentra basada e identificada por los reportes técnicos anteriormente mencionados.

2.3.3.4 Categoría 7

La alternativa de cableado Categoría 7 permite contar con varios servicios en cada una de las salidas de telecomunicaciones implementadas, esto se debe a que es posible una administración del cable par por par.

La velocidad de transmisión de esta Categoría es de hasta 10Gbps hacia cada estación de trabajo, esto significa 10 veces más que la Categoría 6, esta Categoría posee 4 pares trenzados de cobre, de igual manera que los anteriores cables.

Al ser una solución con blindaje en cada uno de sus pares y en el cable en general permite inmunidad ante interferencias electromagnéticas, además

puede ser implementada cerca de fuentes que generen interferencia tales como cables y equipos eléctricos.

Con relación a optimización de costos, por la posibilidad de disponer de salidas multiusuarios en cada puesto de trabajo puede funcionar inicialmente como una solución con velocidad 10/100 Mbps y además estar dispuesta para soluciones con VoIP a 1 Gbps.

Al efectuar una comparativa entre el costo de dos salidas de Categoría 5e o 6 vs. una sola salida multiusuario de Categoría 7, el costo es casi el mismo.

2.3.4 Fibra óptica

La Fibra Óptica es un medio de transmisión físico capaz de brindar velocidades y distancias superiores a comparación de cualquier otro medio de transmisión, como por ejemplo medios fabricados con cobre o medios inalámbricos.

Por lo general están constituidas de vidrio, aunque también puede estar formado por materiales plásticos, y son capaces de guiar una potencia óptica, introducida por un láser. El uso de fibras de vidrio se lo efectúa principalmente a largas distancias de transmisión, de material plástico únicamente son usadas en algunas redes de ordenadores o en cortas distancias.

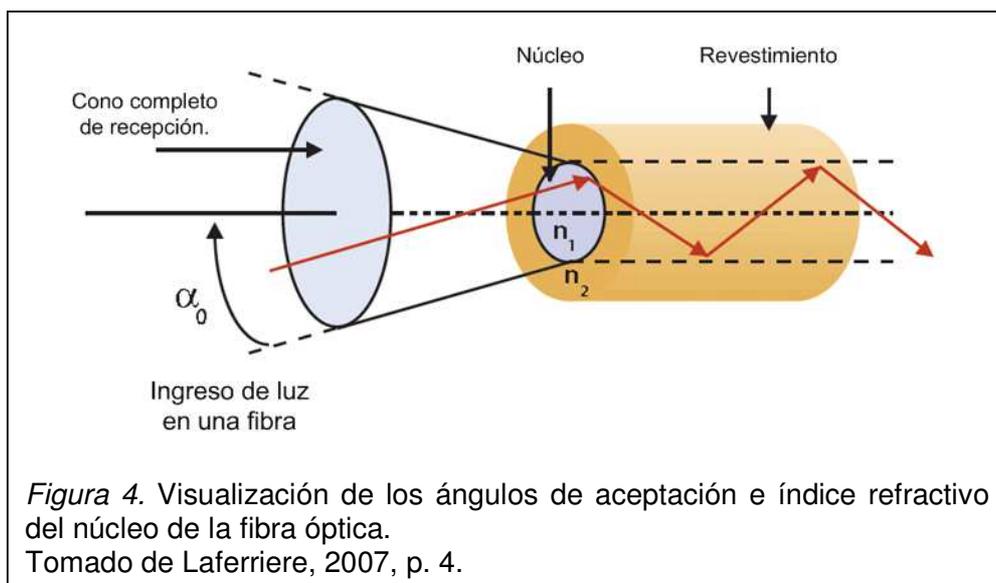
Cada filamento de fibra consta de un núcleo central de plástico o vidrio (polisilicio) con un alto índice de refracción, rodeado de una capa de un material similar con un índice de refracción ligeramente menor. De esta manera, cuando la luz llega a una superficie que limita con un índice de refracción menor, se refleja en gran parte, cuando mayor sea la diferencia de índices y mayor el ángulo de incidencia, se habla entonces de reflexión interna total.

2.3.4.1 Principios de transmisión

Un rayo de luz ingresa a la fibra en un pequeño ángulo α . La capacidad (valor máximo aceptable) del cable de fibra recibe la luz por medio de su núcleo que está definido por su apertura numérica NA.

$$NA = \sin \alpha_0 = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (\text{Ecuación 7})$$

En donde α_0 es el ángulo máximo de aceptación (el cual es el límite entre reflexión y refracción), n_1 es el índice refractivo del núcleo y n_2 es el índice del revestimiento refractivo (Figura 4).



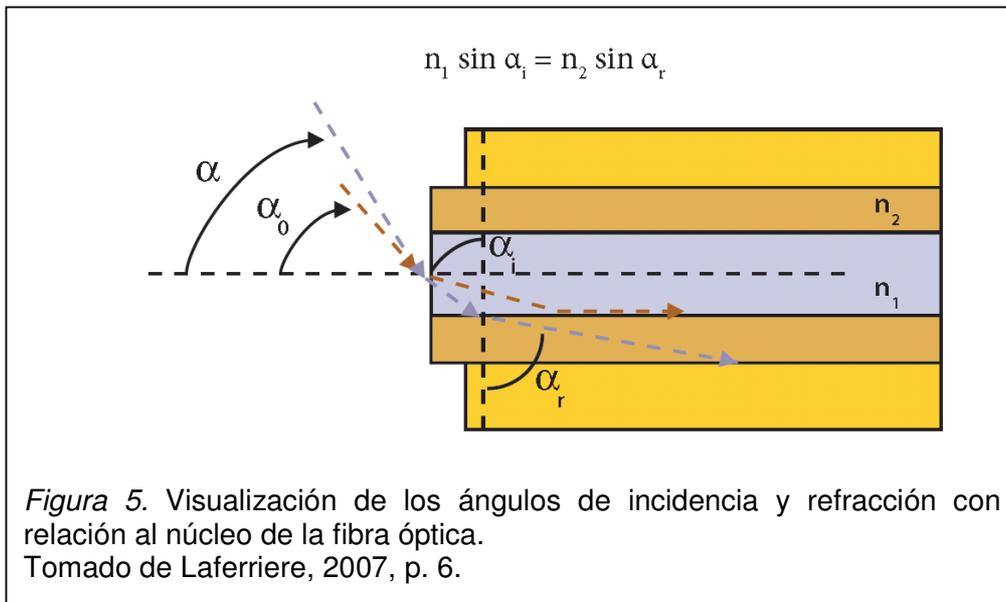
El área que abarca el cono completo de recepción está definida como $2\alpha_0$.

2.3.4.2 Luz de propagación

La propagación de un rayo de luz en fibra óptica seguirá la ley Snell – Descartes, una porción de la luz es guiada a través de la fibra óptica cuando es inyectada dentro el Cono Completo de Recepción de la fibra.

2.3.4.3 Refracción

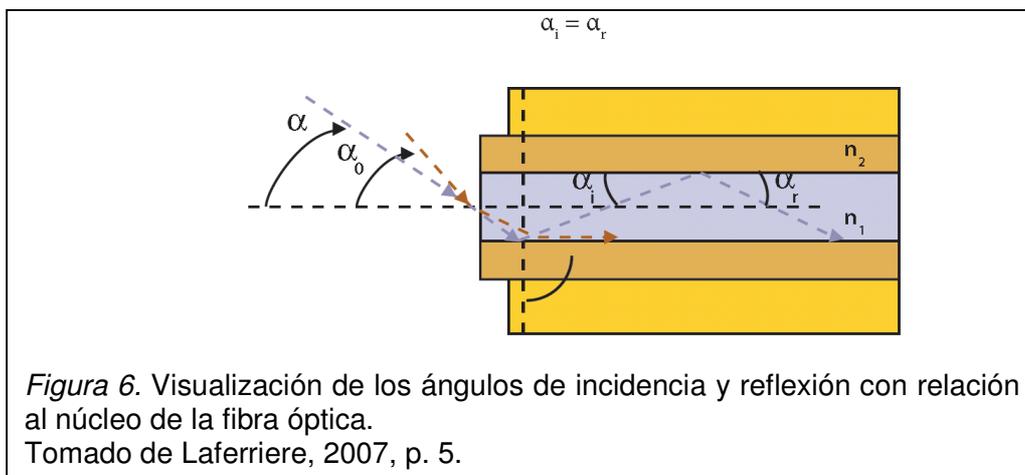
Se trata de la desviación de un rayo de luz en una interface entre dos medios de transmisión diferentes. Si $\alpha > \alpha_0$, entonces el rayo está totalmente refractado y no es capturado por el núcleo (Figura 5)



2.3.4.4 Reflexión

Se define así al cambio abrupto de dirección de un rayo de luz en una interfaz entre dos medios de transmisión diferentes. En este caso, el rayo de luz regresa al medio desde el cual fue originado.

Si $\alpha < \alpha_0$, entonces el rayo es reflejado y permanece en el núcleo (Figura 6).



2.3.4.5 Principio de Propagación

Los rayos de luz ingresan a la fibra en diferentes ángulos y no seguirán los mismos caminos. Los rayos que ingresan al centro del núcleo de la fibra en un muy bajo ángulo tomarán un camino relativamente directo a través del centro de la fibra. En cambio aquellos rayos que ingresen al núcleo de la fibra en un alto ángulo de incidencia o cerca del borde exterior del núcleo de la fibra, tomarán un camino menos directo o más largo a través de la fibra y atravesarán la misma más lentamente.

Cada camino, que resulta de un ángulo de incidencia dado y mantenga un punto de entrada, se regirá a un modo. Como el modo viaja a través de la fibra, cada uno de ellos se atenuará en cierta medida.

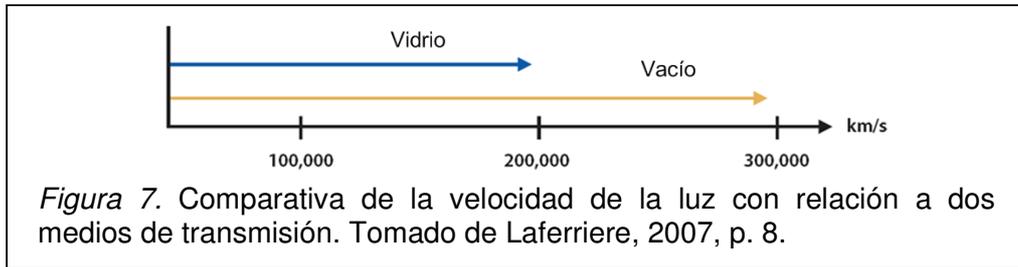
2.3.4.6 Velocidad

La velocidad a la cual la luz viaja a través de medios de transmisión está determinada por un índice de refracción del medio de transmisión. El índice de refracción (n) es un número sin unidades, el cual representa la relación entre la velocidad de luz en el vacío a la velocidad de la luz en el medio de transmisión.

$$n = \frac{c}{v} \quad (\text{Ecuación 8})$$

En donde n es el índice de refracción del medio de transmisión, c es la velocidad de la luz en el vacío (2.99792458×10^8 m/s), y v es la velocidad de la luz en el medio de transmisión.

El valor típico de n para el vidrio, como para la fibra óptica, están entre 1.45 y 1.55. Como una regla general, cuan mayor es el índice de refracción más lenta es la velocidad en el medio de transmisión (Figura 7).



2.3.4.7 Ancho de banda

El ancho de banda está definido como el ancho del rango de frecuencia que puede ser transmitido por una fibra óptica.

El ancho de banda determina la capacidad máxima de transmisión de información de un canal, que se puede llevar a lo largo de la fibra a una distancia dada, está expresada en Mhz/km, en fibra multimodo es principalmente limitado por el modo de dispersión y en cambio no existe casi ningún tipo de limitante de ancho de banda en la fibra monomodo.

2.4 Enlaces

Los enlaces representan a los conjuntos de medios de comunicación que no incluyen los Equipos Terminales de Datos, estos nexos permiten establecer uno o más canales de transmisión entre dos o más puntos de la red implementada.

Dentro del concepto de enlace se puede incluir:

- Equipos Terminales de Datos
- Vínculos fijos tangibles e intangibles
- Equipos que entre los puntos origen y destino forman parte de la conexión, funcionando o no como nodo

Dependiendo de qué tipos de dispositivos, para que fines y con qué tipo de rutas se estén enlazando, mencionados enlaces pueden ser:

2.4.1 Troncales

Se denomina así cuando se enlazan dos nodos comprendiendo varios canales y transportando señales de varias comunicaciones simultáneamente.

2.4.2 De Usuario

Implica cuando enlazan un nodo y un sitio de usuario, transportando señal solo para el Equipo Terminal de Datos del usuario.

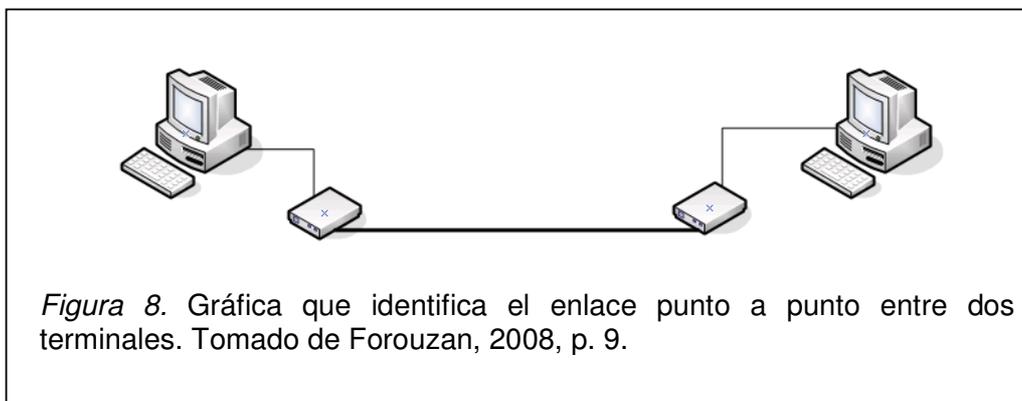
También es posible clasificar a los enlaces según cuantos equipos Terminales de Usuario enlazan concurrentemente, mencionado esto se dividen en:

2.4.3 Enlaces punto a punto

Se menciona así a aquella configuración en la que un enlace atiende un Equipo Terminal de Datos en cada extremo. Estos equipos son estáticamente definidos, fijos e inmutables.

Por lo general la comunicación punto a punto atiende Equipos Terminales de Datos que son pares, esto quiere decir que el hardware propio del Equipo Terminal o del Equipo de Conmutación asociado, no contempla relaciones distintas que entre Equipos Terminales iguales.

De todos modos, también los protocolos que vinculan a aquellos en una WAN, bajo ciertas condiciones si establecen diferencias entre extremo primario y secundario (Figura 8).

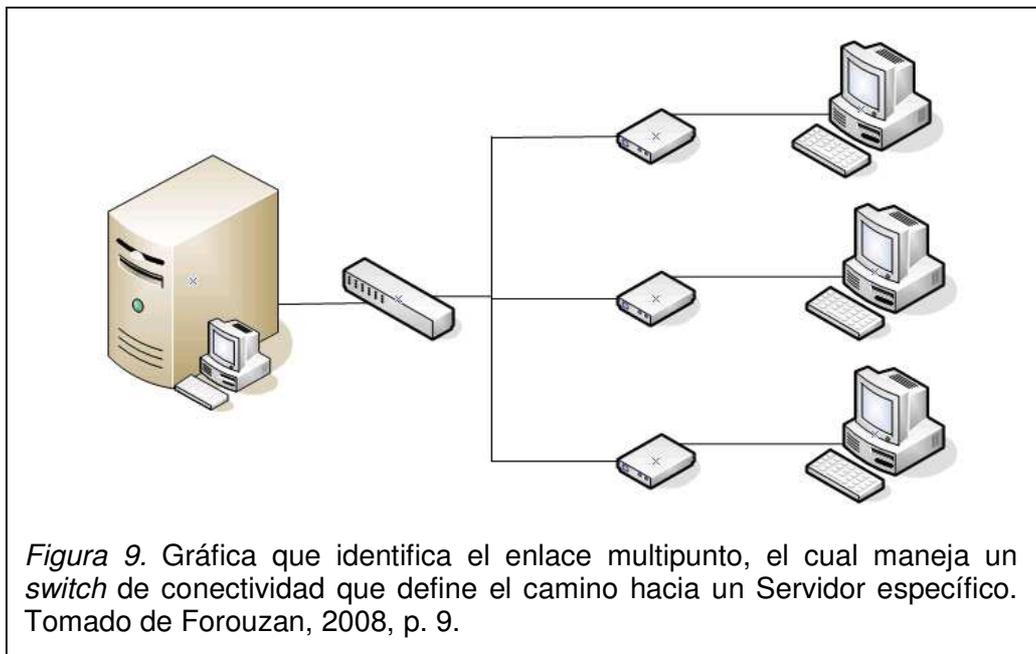


2.4.4 Enlaces Multipunto

Es la configuración en la cual un Equipo Terminal de Datos al que se llama siempre Primario está conectado a varios Equipos de Transmisión de Datos secundarios, por medio de un enlace que tiene un extremo para el primario y varios extremos secundarios conectados en paralelo.

Este tipo de enlace es muy común en transmisiones sincrónicas de datos, en este caso los Equipos de Conmutación asociados a los Equipos de Transmisión poseen un hardware capaz de configurar direcciones de red, en términos tales que el primario pueda transmitir en modo *Broadcasting*, pero solo un Equipo de Transmisión de Datos puede adueñarse del mensaje correspondiente, sea quizás porque este es filtrado por el Equipo de Conmutación asociado al Equipo de Transmisión o porque este último lee la dirección contenida en el mensaje.

Las colisiones que necesariamente aparecerían si varios secundarios transmitieran al mismo tiempo, se resuelven por medio de los protocolos de comunicación de datos correspondientes (Figura 9).



2.4.5 Enlace Difuso

Es la configuración en la cual varios Equipos de Transmisión de Datos se conectan entre sí, sin embargo aquí no existe una jerarquía para los extremos de los enlaces ni tampoco para mencionados Equipos de Transmisión.

Se identificará que cuando el enlace es difuso, todos los Equipos de Transmisión acceden al enlace mediante un medio de comunicación que lo dejará conectado en modo denominado Broadcasting, esto quiere decir “todos envían y todos reciben”.

Las colisiones que necesariamente aparecerían si cualquier Equipo de Transmisión de Datos transmitiera al mismo tiempo con cualquier otro u otros, se resolverán por medio de los protocolos de comunicación de datos correspondientes.

Es más, un enlace difuso es un conjunto de enlaces puestos en paralelo, uno por cada Equipo de Transmisión de Datos, en donde los Equipos de Conmutación con generalmente parte integrante del mismo Equipo de Transmisión.

Por este motivo en ciertas redes LAN del tipo Ethernet, cada estación de trabajo se conecta en modo difuso a una barra y el Equipo de Conmutación es un adaptador de red que se implementa en cada computador.

En general, los tipos de enlace mencionados se utilizan para distintos tipos de redes. Entre otros factores, está determinado por las posibilidades que los protocolos de transmisión de datos tengan de usarlos.

Por este motivo no cualquier enlace se suele utilizar con cualquier tipo de red, ni viceversa. La relación que existe entre los enlaces y redes cuando se analizan estos factores, se puede identificar en la tabla 9 a continuación:

Tabla 9. Tipos de enlace utilizados con relación a los tipos de red existente.

ENLACE	LAN	MAN	WAN
Punto a Punto	Si	Si	Si
Multipunto	No	No	Si
Difuso	Si	Si	No

Nota: Se evidencian en qué tipo de infraestructuras se pueden aplicar los respectivos tipos de enlaces. Tomado de Elahi, 2001, p. 243.

2.5 Topologías

La topología de una red define la distribución del cable que interconecta los diferentes computadores, esto significa, es el mapa de distribución del cable que forma la red interna. Define como se organiza el cable de las estaciones de trabajo. Al momento de implementar una red, es importante seleccionar la topología más adecuada a las necesidades existentes, existen una serie de factores a considerar al momento de decidirse por una topología de red concreta y estas son:

- La distribución de los equipos a interconectar
- El tipo de aplicaciones que se van a ejecutar
- La inversión requerida
- Montos direccionados a mantenimiento de la red
- Tráfico que soportará la red local
- Capacidad de crecimiento

Actualmente, la topología está relacionada con el método de acceso al cable, puesto que depende directamente de la tarjeta de red y la misma depende de la topología elegida.

2.5.1 Topología en anillo

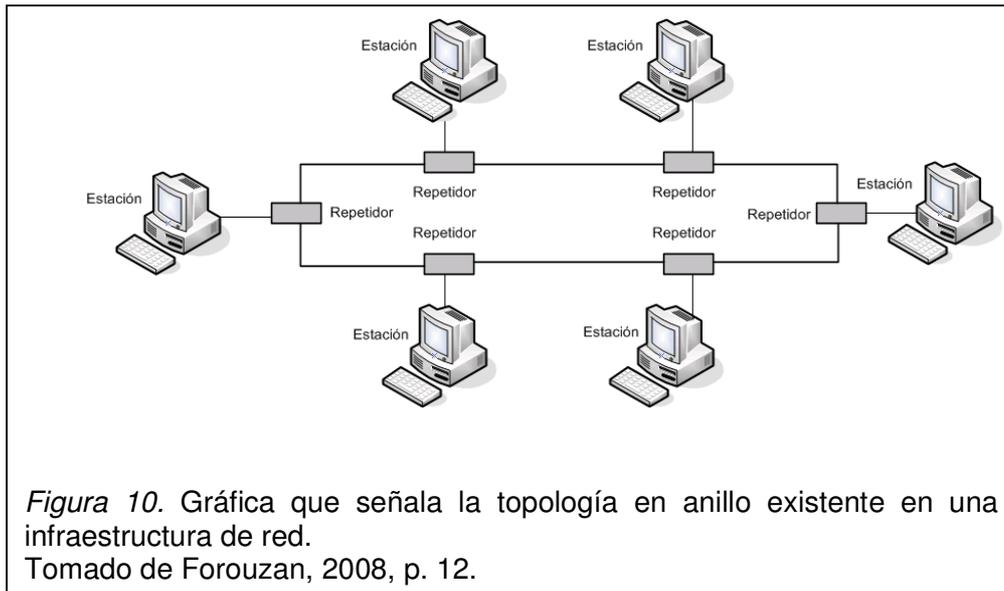
En este tipo de topología cada dispositivo tiene una línea de conexión dedicada y punto únicamente solamente con los dos dispositivos que están a sus lados. La señal se transmite a lo largo del anillo en una sola dirección, o de dispositivo a dispositivo, hasta que llega a su destino.

Cada dispositivo del anillo incorpora un repetidor, en el momento que un dispositivo recibe una señal para otro dispositivo, su repetidor genera los bits y los retransmite a todo el anillo.

Un anillo se plantea fácil de implementar y reconfigurar, cada dispositivo está enlazado solamente a sus vecinos inmediatos (pueden ser físicos o lógicos), para adicionar o quitar dispositivos solamente hay que mover dos conexiones.

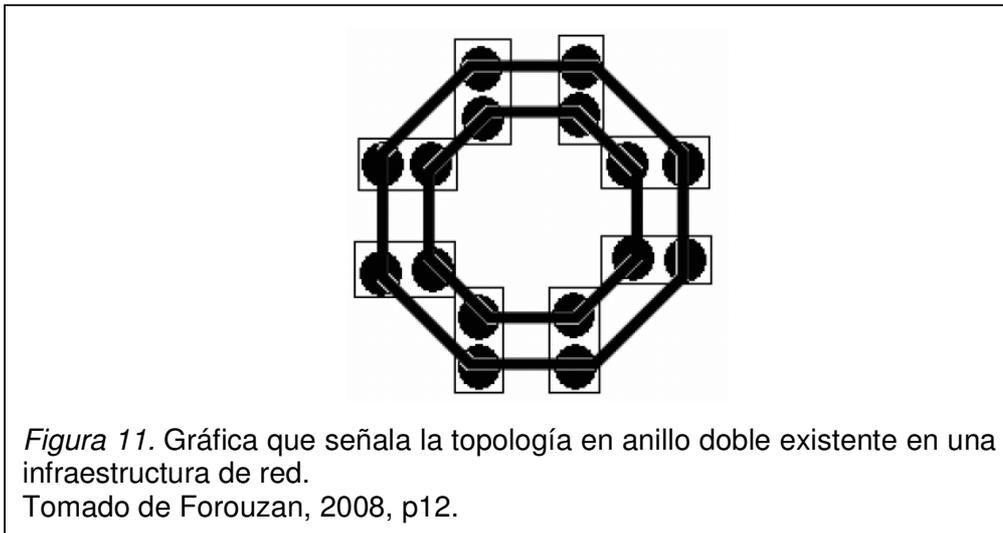
Con relación a restricciones es importante mencionar que estas se relacionan con aspectos del medio físico y el tráfico, además los fallos pueden ser aislados de manera sencilla. Por lo general en un anillo existe una señal en circulación continua, si un dispositivo no recibe una señal en un período de tiempo especificado, emitirá una alarma, la cual alerta al operador de red de la existencia de un problema y de su localización.

Aunque puede ser una desventaja el tráfico unidireccional, en anillos simples, una rotura del mismo puede inhabilitar toda la red, este punto negativo puede ser solventado implementando un anillo dual o un conmutador capaz de puentear la rotura (Figura 10).



2.5.2 Topología en anillo doble

Esta topología de dos anillos concéntricos, su estructura es similar a la de anillo, con la diferencia de que posee un anillo redundante que conecta los mismos dispositivos, aquí únicamente trabaja un anillo a la vez (Figura 11).

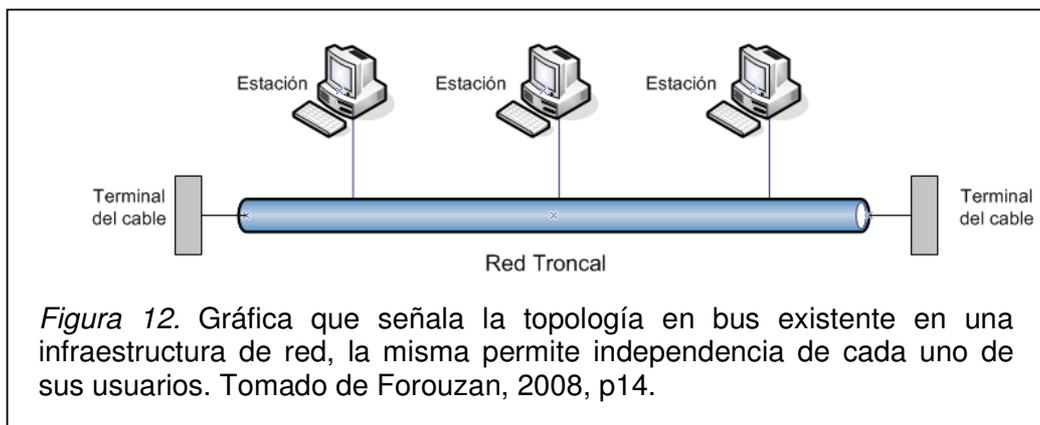


2.5.3 Topología en bus

Esta topología es multipunto, un cable largo actúa como una red troncal que conecta todos los dispositivos de la red.

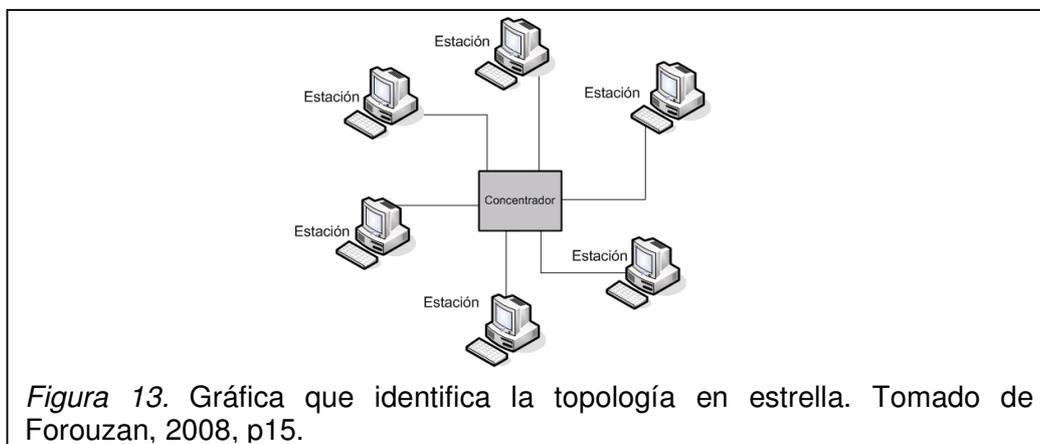
Los nodos se conectan al bus mediante cables de conexión, estos son conexiones que van desde el dispositivo hacia el cable principal, cuando las señales viajan a través de la red troncal, parte de esta energía se transforma en calor, por lo que la señal se debilita a medida que viaja por el cable.

Por este motivo, existe un límite en el número de conexiones que un bus puede soportar y también en la distancia entre estas conexiones (Figura 12)



2.5.4 Topología en estrella

En esta topología cada dispositivo solamente tiene un enlace punto a punto dedicado con el controlador central, por lo general denominado Concentrador. Los dispositivos no están directamente enlazados entre sí, esta topología no permite el tráfico directo de dispositivos. El controlador identificado actúa como intercambiador, si un dispositivo necesita enviar datos a otro, envía primero los datos al controlador, el mismo que los transmite al dispositivo final (Figura 13).



La topología en estrella es más económica que una topología en malla, en la primera cada dispositivo requiere de solo un enlace y un puerto de entrada/salida para lograr conectarse a cualquier número de dispositivos.

Esta característica genera facilidad en la implementación y reconfiguración, por lo cual es necesario instalar menos cables y la conexión, desconexión y movimiento de dispositivos solo afecta a una conexión, la existente entre dispositivo y concentrador.

Si falla un enlace en esta topología solamente este enlace se verá afectado, el resto de enlaces se mantendrán activos, esto permite identificar y aislar fallos de manera sencilla, mientras el concentrador opere de manera correcta, se lo puede usar como monitor para revisar los posibles problemas de los enlaces y para puentear los enlaces defectuosos.

La desventaja que se presenta en la topología tipo estrella, es la dependencia obligatoria que toda la topología tiene un punto único, el concentrador, en caso de fallar el concentrador la red en su totalidad dejará de operar.

2.6 Elementos

Las redes de computadores se caracterizan por estar compuestas de dos tipos de elementos, estos son Activos y Pasivos, que se interconectan para su desarrollo y funcionamiento, a continuación se describirán cada uno de los tipos mencionados.

2.6.1 Tipos

2.6.1.1 Elementos pasivos de las redes

Este tipo de elementos son utilizados para interconectar los enlaces de una red de datos, su uso está definido por normativas internacionales, es importante también destacar que un elemento pasivo se caracteriza porque no es capaz de entregar potencia al circuito en el cual está conectado, esto significa que

figuran como puentes, sin embargo los mismos no descargan ni son los responsables de que funcione directamente el circuito.

Es posible detallar los siguientes elementos pasivos.

Patch panel

Corresponde a un arreglo de conectores RJ45 que es utilizado para efectuar conexiones cruzadas (distintas al cable cruzado) entre los equipos activos y el cableado horizontal. Por medio de este elemento es posible realizar un gran manejo y administración de los servicios de la red, en vista de que cada punto de conexión del *patch panel* maneja el servicio de una salida de telecomunicaciones (Figura 14).



Rack de comunicaciones

Este elemento corresponde a un gabinete, el cual es recomendado para implementar el *patch panel* y los equipos activos proveedores de los servicios de comunicación. Posee soportes para conectar los equipos con una

separación estándar de 19", pueden estar provistos de ventiladores y extractores de aire, además de conexiones adecuadas de corriente.

Existen modelos abiertos que únicamente poseen los soportes con la separación de 19" y otros más costosos cerrados, dispuestos de una puerta panorámica que sirve para verificar el funcionamiento de los elementos implementados dentro del mismo.

Finalmente se menciona la existencia de otros modelos que son adecuados para sujetarse en la pared, no tienen un gran tamaño, generalmente son de aproximadamente 60 cm de altura y pueden ser cerrados o también abiertos.

El objetivo primordial del Rack de comunicaciones es brindar una plataforma para centralizar y organizar el cableado, los elementos activos de la red y sus respectivas interconexiones (Figura 15).



Figura 15. Imagen que muestra un *rack* de comunicaciones cerrado, en el cual se encuentran dispositivos tanto activos como pasivos de red. Tomado de *Secure Import*, 2013, www.securimport.com.

Patch Cord

Es una extensión de cable UTP con una medida que puede variar a partir de los 1.5 mts. y posee dos conectores, el mismo que se emplea entre un *patch panel* y un elemento de comunicación o entre el *jack* y la tarjeta de red (Figura 16).



Figura 16. Imagen que identifica el cable de red genérico, el cual permite la comunicación entre dispositivos de la infraestructura. Tomado de Belden, 2013, www.belden.com.

Estos elementos son ensamblados también con el objetivo de enlazar los *patch panel* con los equipos activos, son cables directos con *plug* en ambos extremos y fabricados con cable UTP flexible para el fácil manejo.

En estos cables se presentan la mayoría de fallas de un cableado estructurado, para todo punto de red son necesarios dos *patch cord*, el uno para el área de trabajo y el otro para el *patch panel*

UTP (Unshielded Twisted Pair)

Este cable está formado por 4 pares torcidos y del mismo existen varias categorías, que anteriormente ya han sido mencionadas (Figura 17).

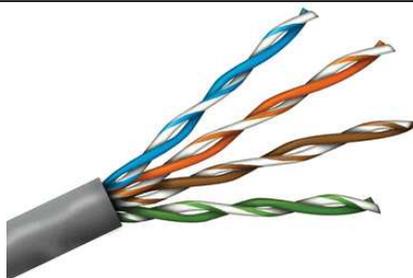


Figura 17. Imagen que identifica los pares del cable de red, divididos y diferenciados por sus colores. Tomado de Belden, 2013, www.belden.com.

STP (Shielded Twisted Pair)

Este un cable que a diferencia del UTP posee blindaje y tiene cuatro pares, sus uso era principalmente para voz, Ethernet 10baseT y Token Ring, sin embargo con el aparecimiento de nuevas tecnologías que requerían más velocidad como 100BaseT, la cantidad de cables se transformó en un problema para que se lo siga utilizando, el blindaje que posee aunque protege los datos e interferencia, presenta mayores pérdidas por las capacitancias que se generan entre los conductores y el blindaje (Figura 18).



Salida de Telecomunicaciones – Punto de Red

Por medio de este elemento el usuario final recibe los servicios de datos, voz, video, control u otros, está formado por un *jack* (conector hembra de 8 pines) llamado RJ45 o modular de ocho pines.

El mismo puede ser implementado sobre una pared o también dentro de ella, para esto se utiliza una cubierta (*face plate*), es posible encontrar este elemento en versiones sencillas, dobles y cuádruples (Figura 19).



Figura 19. Imagen que identifica una toma de usuario de tipo cuádruple. Tomado de Belden, 2013, www.belden.com.

Jack

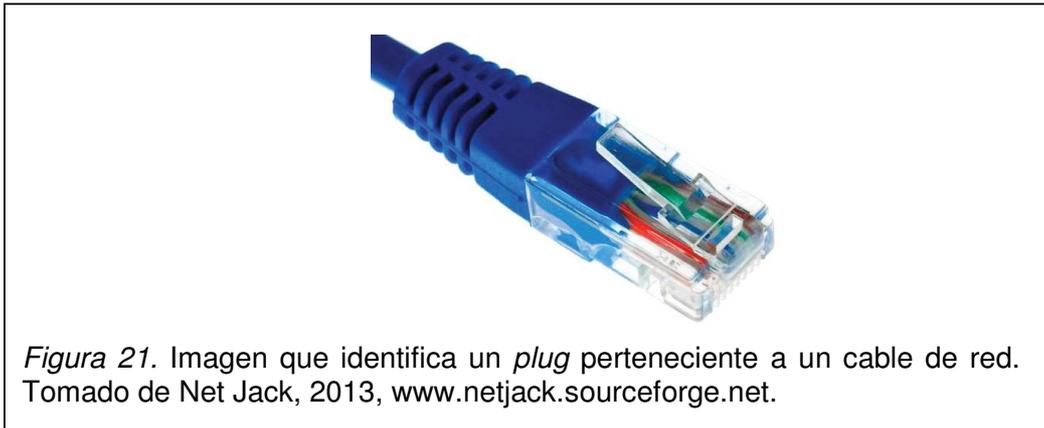
Mencionados elementos son conectores que se usan en la salida de telecomunicaciones, en el *patch panel* y en los equipos activos. Es el conector hembra (DCE) del sistema de cableado, está formado por ocho contactos de tipo deslizante dispuestos en fila y recubiertos por una fina capa de oro de aproximadamente 50 μm , con esto se busca generar una menor pérdida por reflexión estructural a la hora de operar con el conector macho (Figura 20)



Figura 20. Imagen que muestra el interior del jack RJ45. Tomado Net Jack, 2013, www.netjack.sourceforge.net.

Plug

Este es el conector macho del sistema de cableado estructurado, el uso está orientado principalmente hacia los cables (*patch cord*) que unen los equipos activos a los *patch panel* (Figura 21).



Este elemento tiene ocho contactos y un recubrimiento de oro, de igual manera que al *jack*, al *plug* se le exige una excelente calidad en los contactos y en la instalación, en vista de que en estos dos elementos se presentan la mayor cantidad de inconvenientes al momento del inicio de la transmisión de datos o durante la operación normal.

Área de trabajo

Se denomina así al área comprendida desde la placa de pared hasta el equipo del usuario, se encuentra diseñado para cambios, modificaciones y adiciones simples.

La ubicación de un área de trabajo debe ser establecida por una estación por cada 10 mts. cuadrados.

Conector RJ45



Conexión de un RJ45

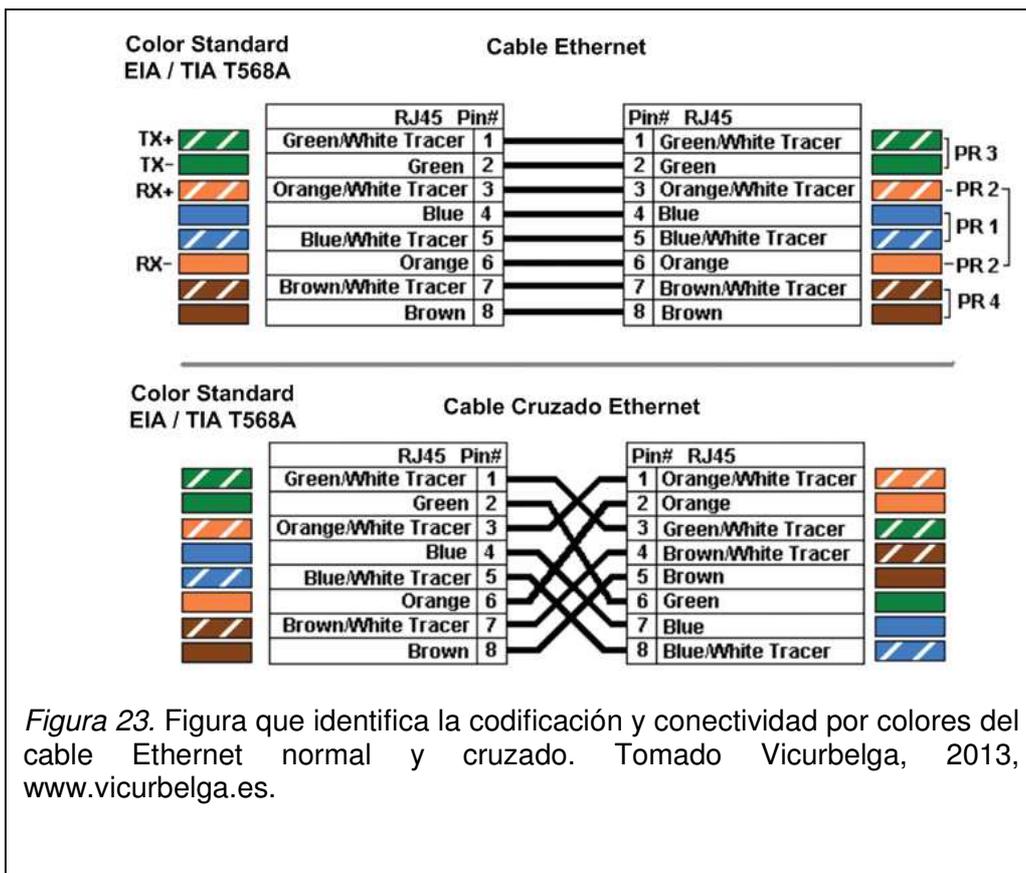


Figura 23. Figura que identifica la codificación y conectividad por colores del cable Ethernet normal y cruzado. Tomado Vicurbelga, 2013, www.vicurbelga.es.

2.6.1.2 Elementos activos de las redes

Son aquellos elementos que tienen el atributo de recibir, procesar y transmitir el tráfico de la infraestructura involucrada.

Es posible detallar los siguientes elementos enlistados a continuación.

Hub o Concentrador

Un Concentrador es un elemento que se añade y utiliza para reforzar la señal del cable y para servir de bus o anillo activo, normalmente un repetidor de este tipo no modifica en ningún modo la señal, excepto amplificándola para la transmisión por el segmento de cable extendido (Fig. 24).



Figura 24. Figura que muestra un *hub* NETGEAR de cinco puertos 10/100 Mbps. Tomado de Netgear, 2013, www.netgear.com.

Por medio de este elemento es posible estructurar la topología de la red, además cabe indicar que sirve para definir la topología física estrella dentro de un cableado estructurado.

Además el Concentrador regenera las señales de red para que puedan viajar a distancias lejanas, es usado principalmente con sistema de cables Ethernet.

Conceptos importantes que deben contemplarse respecto a los concentradores o *hubs* son los que se mencionarán a continuación.

Número de puertos

Existen versiones de diferentes marcas con 4, 6, 8, 12, 16, 24 puertos, en caso de que se lo requiera pueden aparecer concentradores con más puertos.

Velocidad

Las velocidades de los concentradores se relacionan con las velocidades de la norma *Ethernet*, es decir, 10, 100, 1000 Mbps. Es importante que la velocidad que tenga el *Hub* o Concentrador sea la misma en la tarjeta de red del computador, a menos que se disponga de un *hub* que identifique automáticamente la velocidad de la tarjeta de red y se ajuste a la misma.

Esta característica permite que el puerto del *Hub* se ajuste a la velocidad del otro equipo extremo, esto se efectúa ejecutando un protocolo de pulsos de enlace rápido FLP (*Fast Link Pulses*), este también define el modo de transmisión *half* o *full dúplex*.

Apilable (Stackable)

Si se requiere implementar un *hub* con número mayor de 24 puertos, la solución es unir dos o más para alcanzar la capacidad deseada.

Unir los *hubs* es fácil, únicamente se debe colocar un *patch* que conecte el puerto del primer *hub* con otro puerto del segundo *hub*.

Administrable

Esta característica es muy importante en todos los equipos de conmutación, concentración y enrutamiento, por medio de esta característica es posible configurar y monitorear remotamente el equipo, bajo un protocolo de administración y gestión como es SNMP (*Single Network Management Protocol*), mencionada configuración es posible efectuarla a través de un cable serial conectado directamente al equipo o mediante la red después de configurar una dirección IP al equipo involucrado.

Bridge

Este elemento es el dispositivo que interconecta las redes y proporciona un camino de comunicación entre dos o más segmentos de red o subredes.

Además permite extender el dominio de *broadcast*, pero limitándole dominio de colisión, motivos para utilizar un puente son los siguientes:

- Ampliar la extensión de la red o el número de nodos que la constituyen.
- Lograr reducir el cuello de botella del tráfico causado por un número excesivo de nodos unidos.
- Unir redes distintas y enviar paquetes entre ellas.

Enrutador

Estos elementos son conmutadores de paquetes que operan al nivel de red del modelo de protocolo de interconexión de sistemas abiertos OSI.

Los enrutadores conectan tanto redes de área local como extensa y cuando aparecen más de una ruta entre dos puntos finales de red, proporcionan control de tráfico y filtrado de funciones (Figura 25).



Figura 25. Figura que muestra un ruteador Cisco 1711 con 4 puertos *Fast Ethernet*. Tomado de Cisco, 2013, www.cisco.com

Dirigen los paquetes a través de las rutas más eficientes o económicas entro de la estructura de red, que puede tener caminos redundantes a su destino.

Son uno de los equipos más importantes dentro de una red, además son definidos como el núcleo del enrutamiento de internet.

Estos equipos ya no solo se encargan de transportar datos, sino también han incluido la posibilidad de transportar aplicaciones antes no contempladas como la voz.

Gateway (Pasarela)

Este elemento activo consiste en una computadora u otro dispositivo que actúa como traductor entre dos sistemas que no usan los mismos protocolos de comunicaciones, formatos de estructura de datos, lenguajes y/o arquitecturas. Una pasarela no efectúa lo mismo que un puente, este elemento activo se diferencia porque modifica el empaquetamiento de la información para acomodarse al sistema de destino.

Switch (Conmutadores)

Son elementos usados para entregar todo el ancho de banda a un segmento de red en una fracción de tiempo, un *switch* en su presentación es muy similar al *hub*, únicamente difiere en su función lógica y en la adición de unos puertos para funciones adicionales (Figura 26).



Figura 26. Imagen que muestra un switch de comunicaciones marca DLINK modelo DGS 3620. Tomado de DLINK, 2013, www.dlinkla.com

El *switch* efectúa transferencia de tráfico *broadcast* y *multicast*, sin embargo disminuye el dominio de colisión al mínimo, características adicionales de los *switchs* se detallan a continuación:

Cantidad de puertos de 12 a 24

Además de los puertos definidos, poseen otros puertos adicionales, los que se utilizan para conectar un equipo a una velocidad mayor o para unirlo a otro *switch*, también pueden conectarse de manera opcional módulos para interconexión de fibra óptica.

Velocidad

Estos elementos activos manejan las velocidades más estándares de la topología Ethernet, es decir 10, 100, 1000 Mbps o pueden tener puertos *autosensing*.

Los puertos adicionales de alta velocidad siempre están por encima de la velocidad del resto de puertos, el objetivo de disponer de un puerto de mayor velocidad es con el fin de proveer un canal que pueda manejar en lo posible todo el *throughput* que se genera en la comunicación entre dos *switchs*.

Apilable

Es posible apilar varios *switchs* de tal manera que se conserva la característica del *switching* y por consiguiente el dominio de la colisión.

Multilink trunking

Cuando se poseen puertos de alta velocidad para unir dos *switch*, es posible sumar el ancho de banda disponible por cada puerto con el fin de tener un canal de más alta velocidad.

El *multilink trunking* convierte dos enlaces de 100 Mbps entre los *switch*, en uno único de 200 Mbps, con esto se obtiene mayor velocidad entre los dos equipos.

Administración

Este atributo se torna imprescindible al disponer de un equipo con tantas posibilidades de configuración como este. La administración permite el manejo y configuración de recursos como la creación de Redes Privadas Virtuales, comunicación de 1 Gbit por segundo con otros equipos.

De igual manera como en otros equipos, la administración brinda la posibilidad de monitorear el estado de los puertos y el desempeño de los mismos.

Dominio de colisión

La principal fortaleza que posee el *switch* es el manejo del dominio de colisión, esto debido a que el *switch* solo establece un bus entre el puerto del paquete de origen y el puerto del paquete de destino, con esto la colisión depende de la simultaneidad en la transmisión de estos dos puertos y no de los 6, 8, 12, 16 o 24 puertos existentes en los *hubs*.

3. Desarrollo del Manual de Buenas Prácticas

3.1 Evaluación de Normas vigentes

En el entorno de implementación de infraestructura relacionada a cableado estructurado es importante indicar que existen diferentes tipos de Normas, las cuales permitirán seguir un patrón o lineamientos definidos para la operatividad adecuada dependiendo del entorno elegido.

Después de haber señalado lo anterior, se procederá a evaluar las diferentes normas vigentes y además a mencionar que la certificación de una red se realiza con objeto de verificar que cumple con los estándares y normas internacionales de funcionamiento y comportamiento en condiciones de máximo trabajo.

Las normas de mayor importancia e influencia en infraestructuras de cableado estructurado son las enlistadas a continuación:

- ANSI/EIA/TIA 568B
- ANSI/EIA/TIA 569
- ANSI/EIA/TIA 570
- ANSI/EIA/TIA 606
- ANSI/EIA/TIA 607
- ANSI/EIA/TIA TSB-67
- ANSI/EIA/TIA TSB-72
- ANSI/EIA/TIA TSB-75
- ISO/IEC 11801

3.1.1 Detalle técnico de Normas vigentes

3.1.1.1 ANSI/EIA/TIA 568B

Estándar de Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales

Esta norma es una revisión de ANSI/EIA/TIA 568A, la cual fue publicada en 1995 y actualmente ha quedado obsoleta, para el año 2001 se completó la

revisión B, la cual se subdivide en tres documentos que constituyen normas separadas.

- **ANSI/EIA/TIA 568B.1**

Esta norma se encarga de analizar los requisitos generales, proporciona información relacionada a la planificación, instalación y verificación de sistemas de cableado estructurado en edificios comerciales. También establece los parámetros de rendimiento para sistemas de cableado como los canales y enlaces permanentes, uno de los principales cambios en este documento es que solo reconoce Categoría 5e (o superior) de cableado para la segunda toma de datos.

- **ANSI/EIA/TIA 568B.2**

Esta norma analiza los componentes de cableado de par trenzado balanceado, también identifica los componentes de cableado y los requisitos de transmisión de un sistema de cableado.

- **ANSI/EIA/TIA 568B.3**

Esta norma evalúa los componentes de cableado de fibra óptica, la misma especifica los requerimientos de transmisión y componentes para sistemas de cableado de fibra óptica.

El propósito de esta norma es proporcionar los requerimientos mínimos para el cableado de telecomunicaciones dentro de un edificio comercial o entorno de campus.

3.1.1.2 ANSI/EIA/TIA 569

Estándar de edificios comerciales para espacios y vías de cableado de telecomunicaciones

Las características que posee esta norma son las siguientes:

- Provee un sistema de telecomunicaciones que se adapta a cambios durante la vida útil de la instalación.

- Describe los elementos de diseño para trayectos y cuartos definidos para equipos de telecomunicaciones.
- Ningún área o sección debe poseer más de 30 metros.
- Estas normas permiten que un edificio sea estructurado de la mejor manera para el paso de los cables que permitirán las telecomunicaciones pertenecientes al edificio.

3.1.1.3 ANSI/EIA/TIA 570

Estándar de cableado de telecomunicaciones residenciales y comerciales ligeros

Esta norma actualmente involucra principalmente las instalaciones residenciales, parámetros o implementaciones de comunicación son relativamente nuevas en el mercado de la construcción residencial, sin embargo los ámbitos de la nueva construcción están incluyendo algunos detalles técnicos, además de soportar una amplia variedad de necesidades de comunicación, ante lo cual la estructura de cableado residencial deberá abordar:

- Voz
- Datos
- Video
- Seguridad
- Sistema de control

3.1.1.4 ANSI/EIA/TIA 606

Estándar de administración para la infraestructura de Edificios Comerciales

Esta norma define las especificaciones para la administración de un cableado, lo cual involucrará necesariamente de una documentación completa y detallada.

Mencionados documentos permitirán diferenciar los distintos escenarios por medio de los cuales se transmiten las señales de voz, video, datos, señales de seguridad, alarmas, entre otras.

Es posible disponer de este tipo de documentación mediante registros en papel, sin embargo en el caso de tratarse de una red compleja es mucho más conveniente y recomendable disponer de una solución computarizada.

Y en muchos de los casos por motivos de edición, cambios de última hora o solo por fácil identificación de los parámetros de la red, es más conveniente disponer de este tipo de información mediante un acceso rápido digital.

3.1.1.5 ANSI/EIA/TIA 607

Estándar de puesta a tierra para edificios comerciales y vinculación de requerimientos para telecomunicaciones.

Para su conceptualización, el sistema de puesta a tierra se define como el conjunto de elementos conductores continuos de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, los cuales interconectan los dispositivos eléctricos con el terreno o una masa metálica en un área determinada.

Esta norma establece el método que se debe seguir para efectuar la conexión del sistema de tierras en la infraestructura implementada, además de buscar el esquema básico y los componentes necesarios para proporcionar protección eléctrica a los colaboradores e infraestructura de las telecomunicaciones por medio del uso de un sistema de puesta a tierra implementado y configurado de manera adecuada.

Las funciones que el sistema de tierra abarca son las siguientes:

- Conducción y disipación con amplia capacidad al presentarse corrientes de falla, electrostática o de rayos.
- Transmisión de señales de RF, en ondas media y larga.
- Referencia común con respecto al sistema eléctrico.

- Posibilidad de despeje rápido de fallas mediante los equipos de protección presentes en la infraestructura.
- Establecimiento de condiciones de seguridad en el entorno de trabajo de los colaboradores existentes y operantes de la infraestructura implementada.

3.1.1.6 ANSI/EIA/TIA TSB-67

Especificaciones de Desempeño de Transmisión para Pruebas de Campo de Sistemas de Cableado de Par Trenzado No Blindado

La descripción de esta norma describe en primer lugar que las pruebas de conectividad y la inspección visual no son suficientes para verificar la correcta instalación de la infraestructura.

Por lo general las prácticas de instalación pueden decidir si un sistema es compatible o no, no importa que tan buenos sean los cables o conectores involucrados.

Esto específicamente reconoce que los colaboradores necesitan pruebas de verificación más completas para validar que el enlace y el canal soportarán las aplicaciones de telecomunicación que están diseñadas para funcionar con el sistema de cableado genérico.

3.1.1.7 ANSI/EIA/TIA TSB-72

Cableado Centralizado de Fibra Óptica

El propósito de esta norma es el de asesorar en la planeación del sistema de cableado de fibra a escritorio utilizando electrónica centralizada versus el método tradicional de distribución de los componentes electrónicos hacia las plantas o pisos individuales.

Las conexiones de áreas de trabajo se extienden hasta el cruce principal de conexión por medio del uso de un empalme o interconexión que se dirigirá hacia el cuarto de telecomunicaciones.

El uso de una interconexión entre el cableado horizontal y el *backbone*

proporciona la mayor flexibilidad, facilidad de manejo y pueden migrar fácilmente a una conexión cruzada.

Los sistemas de cableado centralizado están dentro del mismo edificio de las áreas de trabajo que recibirán los servicios, todos los movimientos y actividad de cambio serán ejecutados en la conexión cruzada principal, los enlaces horizontales pueden ser adicionados o suprimidos en el cuarto de telecomunicaciones.

3.1.1.8 ANSI/EIA/TIA TSB-75

Prácticas Adicionales de Cableado Horizontal para Oficinas Abiertas

Es válido contemplar en esta certificación que un punto de terminación el cableado horizontal y/o un punto de interconexión del cableado horizontal proveen más flexibilidad en diseños de oficinas abiertas con muebles modulares en los cuales frecuentes reordenamientos de oficina son efectuados.

El montaje de las salidas multiusuario de telecomunicaciones es un punto de terminación del cableado horizontal, consta de varias salidas de telecomunicaciones en un lugar común. El cable de línea modular se extiende desde las salidas multiusuario de telecomunicaciones al equipo terminal sin conexiones intermedias adicionales.

Esta configuración permite cambiar la estructura de la oficina abierta sin afectar el cableado horizontal.

Las pautas a seguir para la implementación de una salida multiusuario de telecomunicaciones son las siguientes:

- La salida multiusuario no debe ser instalada en el techo.
- La longitud máxima de los cables modulares debe ser de 20 m.
- El cable modular que conecta la salida multiusuario al equipo terminal deberá etiquetarse en ambos extremos con un identificador único.

3.1.1.9 ISO/IEC 11801

Cableado genérico para establecimientos comerciales

Esta norma plantea cableado genérico para el uso dentro de las instalaciones, las mismas que pueden corresponder a edificaciones sencillas o múltiples dentro de un campus, la misma también abarca cableado balanceado y cableado de fibra óptica.

ISO/IEC 11801 se encuentra optimizada para implementaciones en las cuales la distancia máxima sobre la que los servicios de telecomunicaciones pueden ser distribuidos es de 2000 m., los principios de esta Norma Internacional pueden aplicarse a instalaciones más grandes.

El cableado definido por la norma en cuestión es compatible con una amplia gama de servicios, incluidos los de voz, datos, texto, imagen y video.

Esta norma define varias clases de interconexiones de cable de par trenzado de cobre, que difieren en la máxima frecuencia, ante lo cual es posible mencionar los distintos desempeños de canal:

- Clase A: hasta 100 Khz
- Clase B: hasta 1 Mhz
- Clase C: hasta 16 Mhz
- Clase D: hasta 100 Mhz
- Clase E: hasta 250 Mhz
- Clase F: hasta 600 Mhz
- Clase Fa: hasta 1000 Mhz

3.2 Entidades de Regulación del país

Con el objetivo de regular y controlar el sector de las Telecomunicaciones, la Ley en la República del Ecuador ha establecido la creación de los siguientes organismos, las funciones desempeñadas por los mismos son mencionadas a continuación:

Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL)

Es un organismo que administra y regula las telecomunicaciones en el país y es el representante ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

El Consejo está conformado por el Ministro de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, el Jefe del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, un representante de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), el Secretario Nacional de Telecomunicaciones, el Superintendente de Telecomunicaciones, un representante de las Cámaras de Producción y el representante legal del Comité Central Único Nacional de los Trabajadores de EMETEL (Actualmente CNT).

La función del CONATEL es administrar de manera técnica el espectro radioeléctrico que es un recurso natural, para que todos los operadores del sector de las telecomunicaciones operen en condiciones de máxima eficiencia.

Además emitirá las normas correspondientes para evitar las prácticas que impidan la leal competencia y determinar las obligaciones que los operadores deban cumplir en el marco que determinan la Ley y reglamentos respectivos.

Y finalmente defender los derechos de los ciudadanos en todo momento para que satisfagan su necesidad de comunicarse.

Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL)

La Secretaría en cuestión está encargada de la ejecución de las políticas de telecomunicaciones, las principales funciones que ejecuta este organismo son: promover el desarrollo armónico del sector de las telecomunicaciones, radio televisión y las TIC, mediante la administración y regulación eficiente del espectro radioeléctrico y los servicios, y también ejecutará las políticas y decisiones dictadas por el CONATEL, con el fin de contribuir con el desarrollo

de la sociedad, lineamientos establecidos en el Plan Estratégico 2010-2014 del Estado Ecuatoriano.

Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL)

La SUPERTEL es el Organismo Técnico de Control referente del Ecuador, que actúa con transparencia, solvencia, excelencia y compromiso social, impulsando la innovación tecnológica del sector de las telecomunicaciones, fomentando también el acceso universal, la calidad y continuidad de los servicios de telecomunicaciones para beneficio de los ciudadanos y desarrollo del país.

Todo esto con el objetivo de vigilar, intervenir y controlar técnicamente la prestación de los servicios de telecomunicaciones, radiodifusión, televisión y el uso del espectro radioeléctrico, para que sea proporcionado con eficiencia, responsabilidad, continuidad, calidad, transparencia y equidad; fomentando los derechos de los usuarios a través de la participación ciudadana, de conformidad al ordenamiento jurídico e interés general.

Ministerio de Telecomunicaciones y de Sociedad de la Información (MINTEL)

El Ministerio en cuestión fue creado mediante decreto ejecutivo No. 8 del 13 de agosto de 2009, cumple las funciones de órgano rector del desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación, las mismas que incluyen las telecomunicaciones y el espectro radioeléctrico con el objetivo de emitir las políticas, planes generales y realizar el seguimiento y evaluación de su implementación, supervisar y evaluar la gestión de las empresas pertenecientes al Estado, relacionadas con las telecomunicaciones.

El Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión (CONARTEL), se fusiona con el CONATEL y la SENATEL, y estos últimos pasan a formar parte del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información.

Además de los aspectos antes analizados, la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, establece las infracciones y sanciones en contra de los servicios de telecomunicaciones, así como también el debido proceso a seguir en los juzgamientos, es decir un régimen punitivo.

3.3 Metodología Propuesta

Con el objetivo de establecer un parámetro de implementación y seguimiento ajustado a estándares, se ha buscado establecer una serie de etapas o fases que permitirán una definición de infraestructura apropiada para dos casos establecidos, los cuales están relacionados con la existencia de infraestructura existente y con el caso de NO existencia de infraestructura.

3.3.1 Conceptualización

Los beneficios a obtenerse en la convergencia de redes pueden ser definidos como claros, rápidos, confiables, además de transmitir una amplia variedad de tipos de datos.

En la actualidad es una necesidad que las corporaciones o entidades necesiten preparar o ajustar sus infraestructuras para sacar el máximo provecho de la convergencia.

Es importante que se defina una metodología o estrategia que ayude a obtener rápidamente los beneficios descritos

3.3.2 Procedimiento Estructural

Conjuntamente con los antecedentes anteriormente descritos, existe la posibilidad de establecer un conjunto de definiciones para llevar a cabo la metodología que se desea obtener.

Para este fin y de acuerdo a la recopilación de estándares, procedimientos y especificaciones técnicas se ha obtenido los siguientes puntales de operatividad y ejecución:

- Metas
- Entorno
- Diseño de la red
- Documentación de verificación

3.3.2.1 Metas

Es necesario partir de una realidad latente como lo es el establecimiento del buen y total servicio al cliente final, ante lo cual aparecen como premisas las siguientes metas que brindarán un respaldo continuo para todo el Proceso o Diseño propuesto:

- Definir las prestaciones y facilidades de los Servicios a ser implementados en la infraestructura.
- El Core (núcleo/base) de la infraestructura debe basarse en los Servicios que obtendrá el Usuario Final.
- Establecer si se parte de una infraestructura implementada o no existente.

Al momento de definir hacia donde se desea llegar con este tipo de análisis es fundamental establecer un listado de pruebas, el mismo debe ser claro y debe solventar los requerimientos del personal solicitante.

Esto permite que el tiempo y planificación de las partes sean aprovechados de manera eficiente, por este motivo es necesario efectuar mediciones de red que puedan ser comparadas con valores previamente conocidos o referenciales, pudiendo incluirse aquí la actividad generada por los equipos de interconexión de la red evaluada.

El método mejor recomendado para esto es la definición de satisfacción o no del estado de la red comparada con los valores referenciales, por lo tanto es necesario obtener valores en diferentes momentos o estados de la red, cuando se encuentra con carga de datos normal y con carga de datos permanente o proactiva.

3.3.2.2 Entorno

En esta definición se genera la necesidad de obtener un levantamiento o recopilación de información, relacionando así la situación actual del usuario final y/o también la infraestructura que pueda poseer para los fines requeridos.

Ante esta necesidad es importante enfocarse en dos posibles escenarios:

Infraestructura a implementarse e infraestructura implementada

- Infraestructura a implementarse

- Servicios a implementarse
- Recopilación de datos
- Análisis de datos

Servicios a implementarse

Cabe indicar que el primer panorama que puede existir ante un requerimiento de infraestructura, es la formación, estructuración o implementación de un entorno totalmente nuevo. Ante lo cual es importante partir con un levantamiento de información que abarque los servicios que serán fundamentales para la operatividad de la compañía o cliente atendido y asesorado.

Los servicios que pueden ser considerados, evaluados y finalmente utilizados dentro de la infraestructura propuesta son los mencionados a continuación:

- Servicio de internet
- Servicio de correo electrónico
- Servicio de telefonía VoIP
- Servicio de repositorio de archivos
- Servicio de impresión
- Servicio de digitalización
- Servicio de alojamiento de páginas web

- Servicio de respaldos de información
- Servicio de protección de seguridad perimetral
- Servicio de protección dentro de la Red de Área Local
- Servicio de bases de datos
- Servicio de Intranet
- Servicio de desarrollo de aplicaciones para la institución
- Servicio FTP
- Servicio de videoconferencia
- Servicio de telepresencia

Se define de esta manera los servicios más característicos y funcionales para implementarse en la infraestructura requerida.

Recopilación de datos

Es necesario verificar los lineamientos de infraestructura implementada o a implementarse.

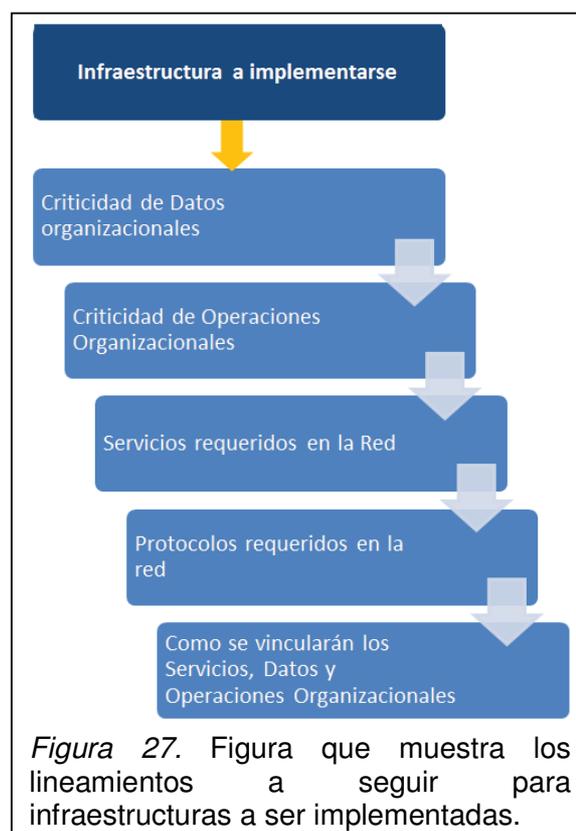
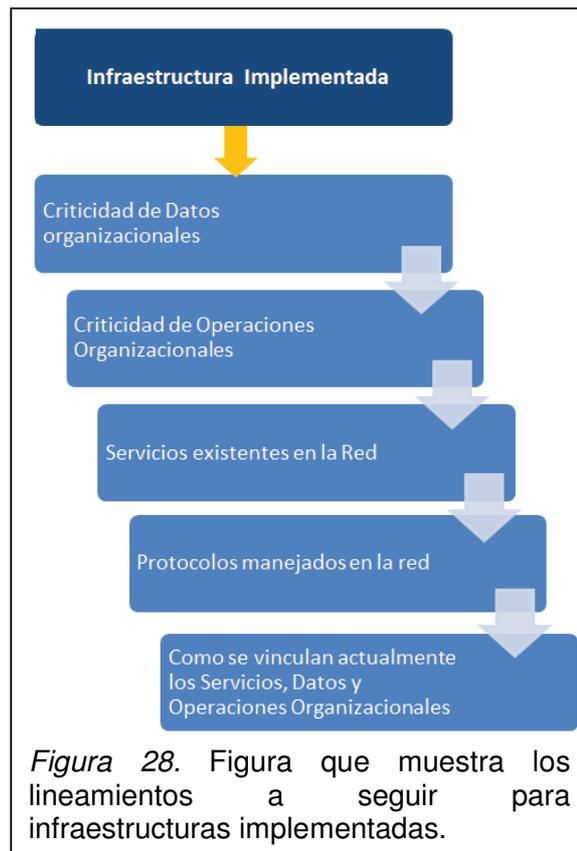


Figura 27. Figura que muestra los lineamientos a seguir para infraestructuras a ser implementadas.



Análisis de datos

Desempeño y funcionalidad

Los tipos de datos procesados pueden determinar el grado de desempeño requerido. Si la función principal de la red es transacciones en tiempo real, entonces el desempeño asume una muy alta prioridad y desafortunadamente el costo se eleva súbitamente en esta evaluación desempeño/costo

Volumen proyectado de tráfico

Algunos equipos de interconexión como los puentes, concentradores pueden ocasionar cuellos de botella en las redes con tráfico pesado.

Cuando se está diseñando una red es necesario incluir el número proyectado de usuarios, el tipo de trabajo que los usuarios harán, el tipo de aplicaciones que se correrán y la cantidad de comunicaciones remotas (www, FTP, telnet, VoIP).

Expansión Proyectada

Las redes estarán siempre en continua evolución, la meta del diseño deberá ser la planeación enfocada al crecimiento de la red para que las necesidades organizacionales no evidencien saturación. Previo un análisis óptimo, los nodos necesarios deberán ser diseñados para que estos puedan ser enlazados al mundo exterior.

Seguridad

La fiabilidad de la privacidad de la información es fundamental, es directamente dependiente y proporcional de la criticidad del tipo de información que maneje la organización.

Redundancia

Las redes robustas necesitan redundancia, si algún elemento falla, la red deberá por sí misma seguir funcionando, un sistema tolerante a fallas debe estar diseñado en la red, de esta manera, si un servidor falla, un segundo servidor de respaldo entrará a operar inmediatamente. La redundancia también se aplica para los enlaces externos de la red.

Compatibilidad: Activos Informáticos y Programas

La compatibilidad entre los sistemas, tanto en hardware como en software es fundamental en el diseño de una red. Los sistemas deben ser compatibles para que estos dentro de la red puedan funcionar y comunicarse entre sí.

Estructura Organizacional

Debe considerarse o establecerse la organización y el personal de la compañía, es necesario evaluar el personal adecuado para la operación de los sistemas implementados, tanto en ámbitos técnicos como usuarios finales.

Para tener éxito, la red deberá trabajar dentro del marco de trabajo de las tecnologías y filosofías existentes dentro de la organización

Proyección Económica

El costo que implica diseñar, operar y mantener una red, hace que la evaluación económica sea un factor mediante el cual se puede definir con certeza la seguridad, redundancia, proyección a futuro y personal adecuado para la operatividad de la red.

Es común que las redes en la actualidad se adapten al escaso presupuesto, el costo involucrado siempre será un factor importante para el diseño de una red.

- Infraestructura implementada

- Servicios implementados
- Recopilación de datos
 - Parámetros de medición
 - Captura de paquetes
 - Filtros de captura
 - Análisis de datos

Recopilación de datos

Este ítem implica la adecuación y alistamiento del entorno en el cual se llevarán a cabo las actividades de análisis, adicionalmente se involucra el analizador de *software* o analizador de protocolos según sea el caso y finalmente las acciones que se ejecutarán para la generación del tráfico en la red y la respectiva obtención de datos.

Al finalizar con toda la preparación del ambiente se procede a ejecutar las acciones descritas en el ítem de Planificación, al arrancar las pruebas del caso, se evaluará aproximadamente por una hora la actividad de la red, a continuación es recomendable incrementar el número de colaboradores que ocupen el canal de datos de transmisión.

Análisis de datos

Los siguientes factores que deben ser considerados para la aplicación de este ítem son:

- **Visualización**

Es importante verificar el resultado obtenido, partiendo desde la dirección MAC, pasando después por el nivel de aplicación y finalmente con las conexiones TCP

- **Análisis**

Es necesario evaluar los datos existentes en la capa de red versus los valores de la infraestructura de red sin actividad.

- **Verificación Incidencias**

Se requiere identificar errores en las conexiones TCP.

- **Identificación de latencia**

Este factor va ligado al tiempo de respuesta de las peticiones, y ante lo cual puede mencionarse que el inconveniente radique en un mal funcionamiento del servidor de la red, adicionalmente es posible relacionar esto también con el incremento de colaboradores al momento de las pruebas.

- **Filtro de resultados**

Es fundamental y óptimo mantener un banco de datos resumido y compacto, desechando así resultados no funcionales para el análisis y medición.

- **Determinar conclusiones**

3.3.3 Informes Técnicos

Es fundamental obtener una documentación concisa y real del análisis ejecutado, siempre partiendo desde los objetivos planteados, el entorno en el cual se aplicó la metodología, la o las herramientas utilizadas, los resultados y si aplica, los cambios efectuados para solventar algún tipo de anomalía en la red analizada.

3.3.3.1 Parámetros de medición

Una herramienta de análisis por *software* cumple con el objetivo de capturar todo el tráfico existente en una red, adicionalmente es posible obtener información estadística, por medio de la cual se logran identificar los protocolos utilizados, así como también errores durante la transmisión.

En la actualidad existen varios analizadores que permiten ejecutar estos procesos, la herramienta que se utilizará en esta metodología será *The Wireshark Network Analyzer* (Versión 0.99), por medio de la cual se logrará capturar los paquetes transmitidos y a continuación será posible evidenciar y medir estas capturas con las funcionalidades del programa analizador.

Interfaz de acceso

A continuación en la figura 29 se puede visualizar la interfaz de bienvenida del programa.

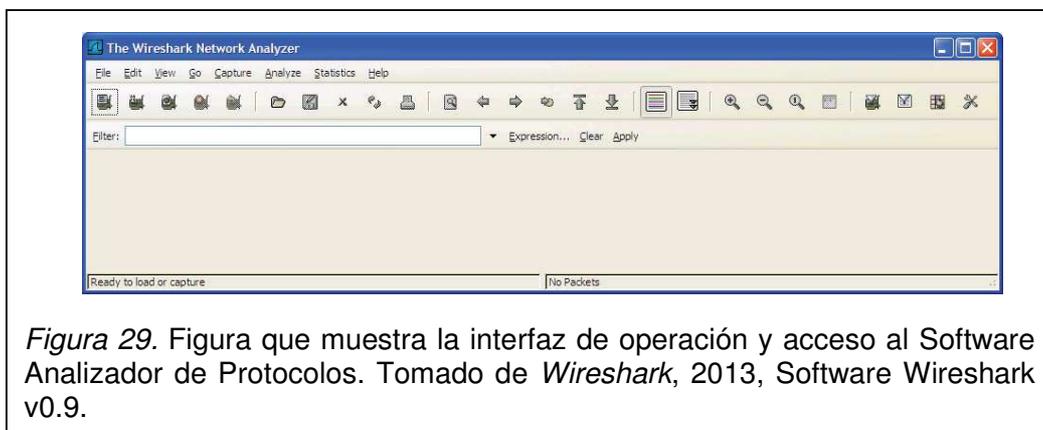


Figura 29. Figura que muestra la interfaz de operación y acceso al Software Analizador de Protocolos. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

3.3.3.2 Captura de paquetes

Como primera referencia se debe configurar la interface de red a utilizarse, lo cual se evidencia en el menú señalado en la figura 30.

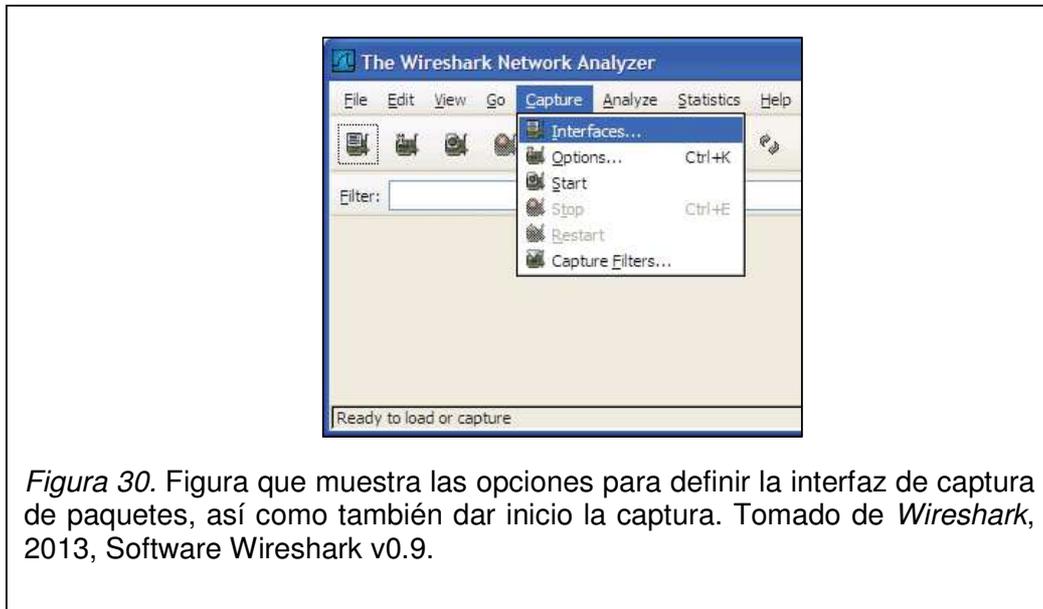


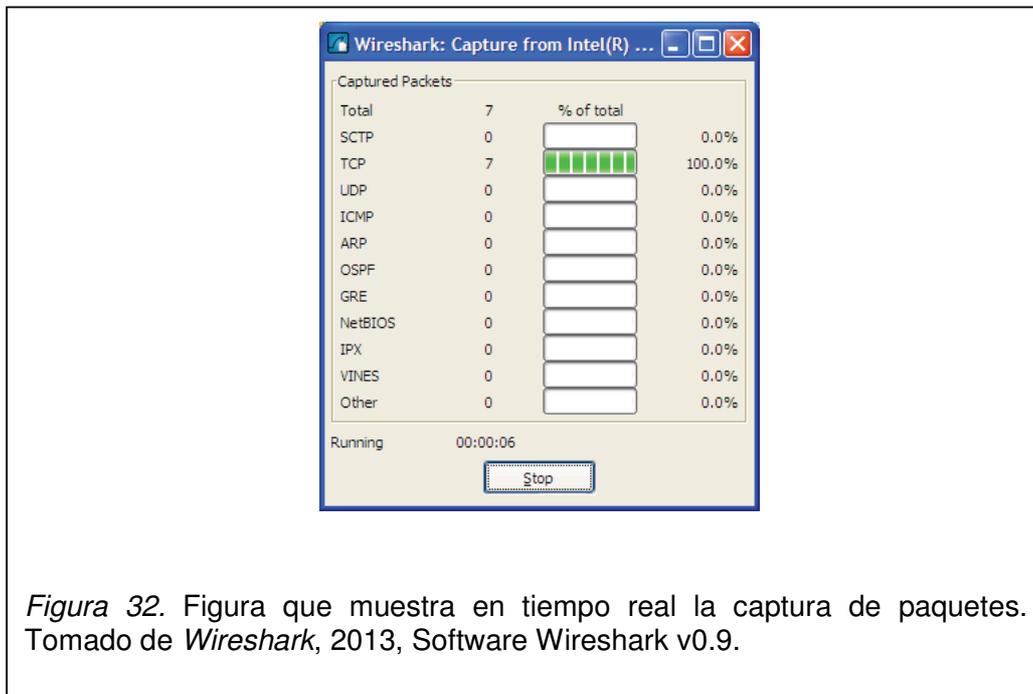
Figura 30. Figura que muestra las opciones para definir la interfaz de captura de paquetes, así como también dar inicio la captura. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

A continuación se puede visualizar las interfaces existentes en el equipo que será utilizado, figura 31.



Figura 31. Figura que muestra la selección de interfaz requerida. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

La interfaz de prueba a utilizarse será la señalada en la segunda línea de la figura 31 (Intel® *Wireless Wifi* Link 5100), a continuación se dará clic en el botón “Capture” y aparecerá la actividad monitoreada y visualizada en la figura 32.



Al presionar el botón “Stop” de la figura 32, se detendrá la captura de paquetes, y aparecerá la pantalla visualizada en la figura 33, en la misma se puede identificar la información a detalle de la transmisión en el lapso de 10 segundos.

En la captura obtenida es posible identificar en cada uno de los resultados los siguientes parámetros de diferenciación, siendo estos:

- Numero de evento (**No**)
- Tiempo transcurrido al momento de la transmisión (**Time**)
- Origen (**Source**)
- Destino (**Destination**)
- Protocolo (**Protocol**)
- Información adicional (**Info**)

Los antes mencionados se encuentran catalogados en los encabezados de cada una de las columnas de resultados.

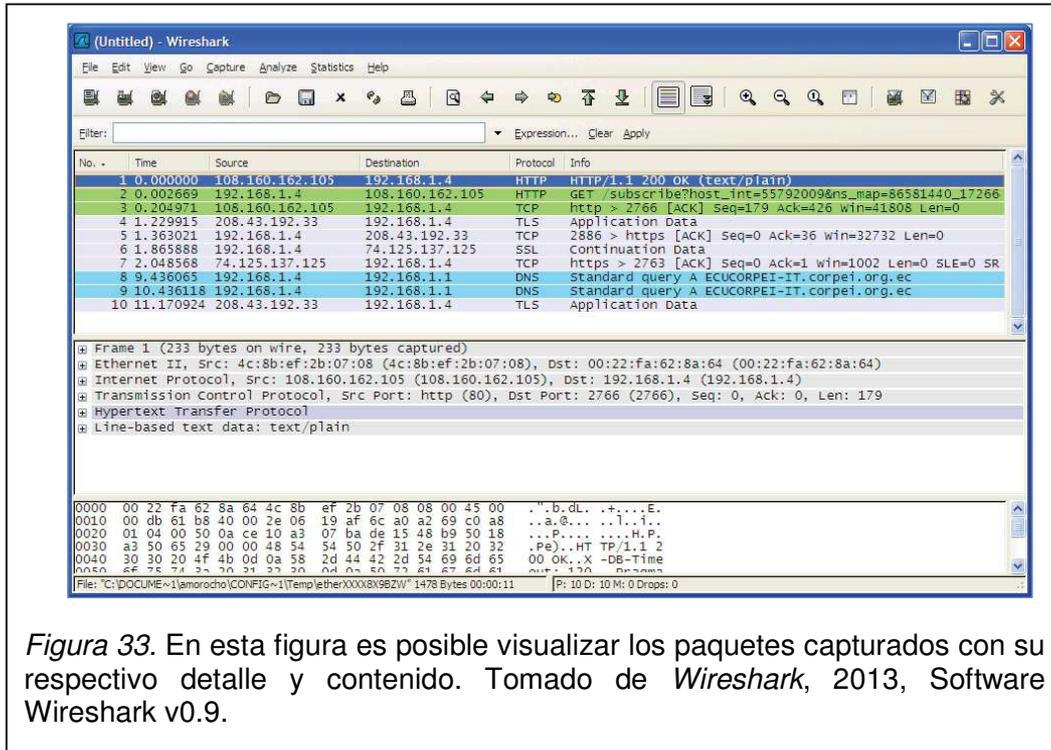


Figura 33. En esta figura es posible visualizar los paquetes capturados con su respectivo detalle y contenido. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

3.3.3.3 Filtros de captura

Los filtros de ejecución buscan que el número de paquetes obtenidos sean disminuidos y optimizados para únicamente disponer de los que interesan al análisis respectivo, ante lo cual el análisis solo se centrará a protocolos, direcciones IP y períodos definidos de actividad.

Por ejemplo se identifica el campo en el cual se completa el tipo de filtro a ejecutarse, esto identificado en la figura 34, y a continuación se presiona el

botón “Apply”, si se requiere deshacer la acción y obtener nuevamente todos los resultados es necesario dar clic en el botón “Clear”.

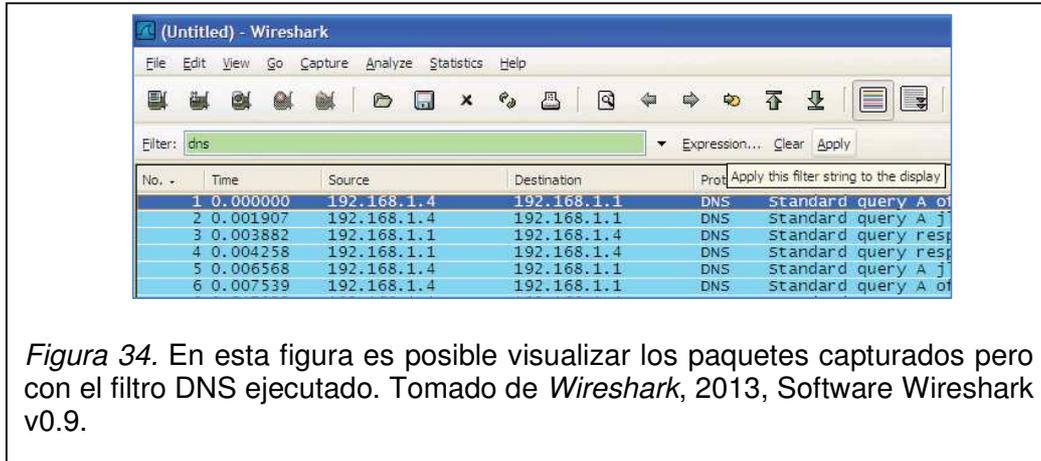


Figura 34. En esta figura es posible visualizar los paquetes capturados pero con el filtro DNS ejecutado. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

3.3.3.4 Análisis de paquetes

En este punto, al elegir uno de los paquetes capturados, y dar clic derecho se desplegará un menú en el cual será posible elegir la visualización del detalle del paquete en una nueva ventana, ahí estará la información detallada del mismo, como se puede evidenciar en la figura 35.

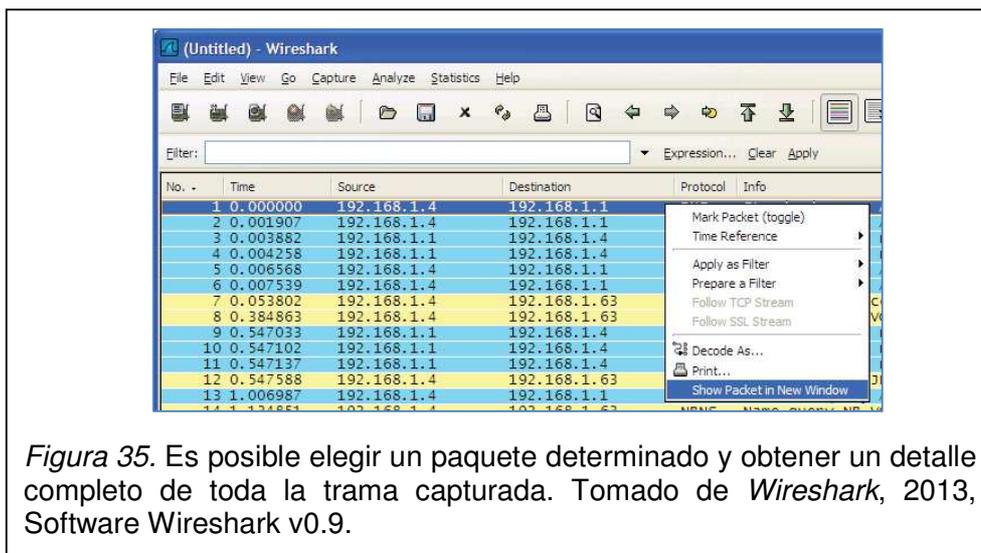


Figura 35. Es posible elegir un paquete determinado y obtener un detalle completo de toda la trama capturada. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

A continuación en la figura 36 la información obtenida.

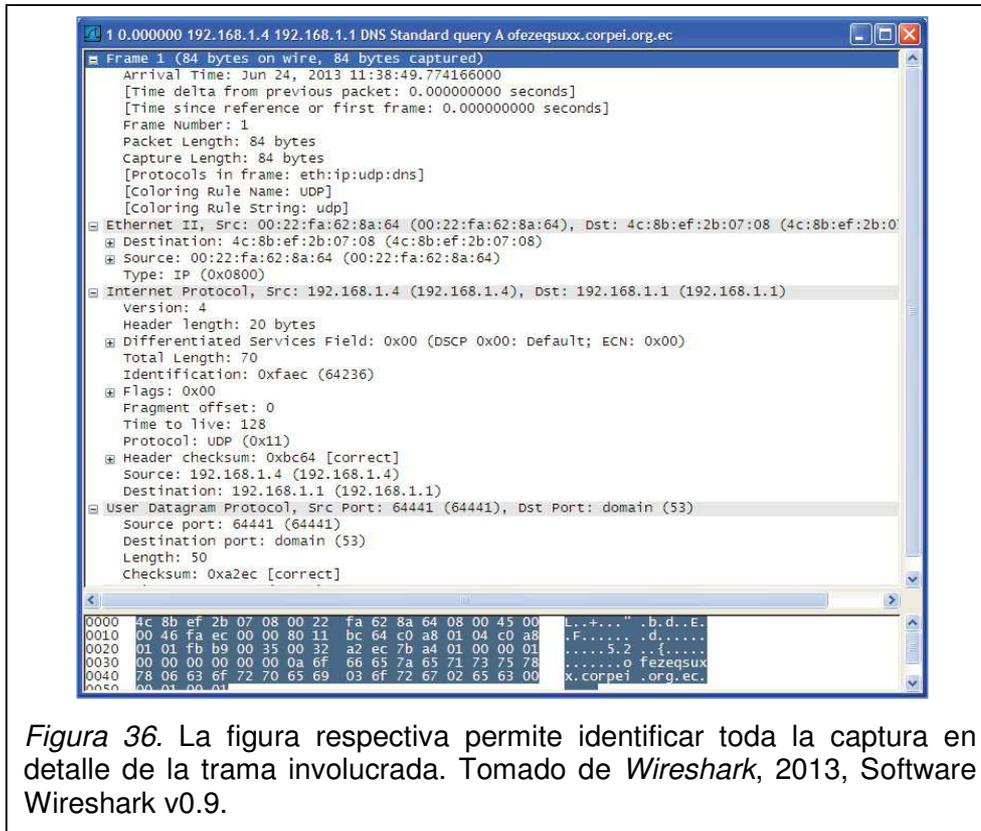


Figura 36. La figura respectiva permite identificar toda la captura en detalle de la trama involucrada. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

Es posible efectuar ya un análisis con la información mostrada en la figura anterior, contemplando los parámetros de: protocolo, interfaz, bytes, puerto y tiempo de captura.

Marcado de paquetes

En vista de un alto volumen de paquetes y un parámetro adicional al filtrado, también es posible marcar los paquetes que se requieran, esta acción se la ejecuta según lo mostrado en la figura 37.

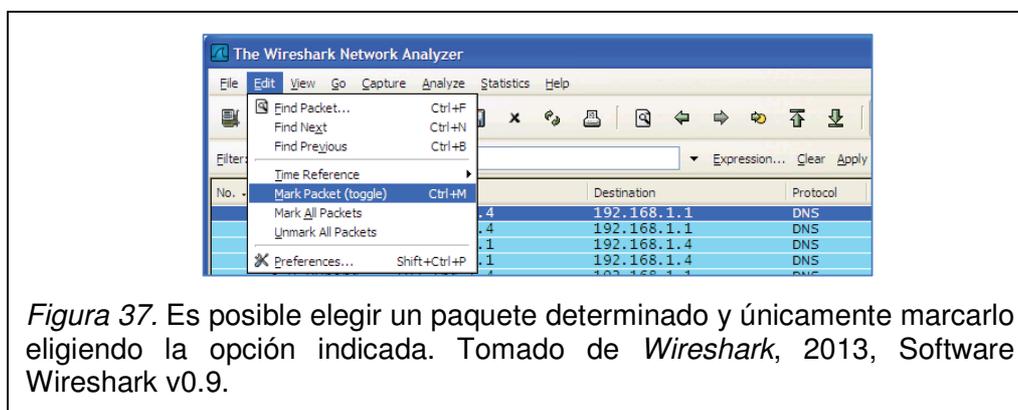


Figura 37. Es posible elegir un paquete determinado y únicamente marcarlo eligiendo la opción indicada. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

Se encuentran activas tres opciones con lo que respecta al marcado de paquetes, siendo las mismas:

- *Mark Packets (Toggle)*. Marca solamente el paquete señalado.
- *Mark All Packets*. Señala todos los paquetes existentes.
- *Unmark All Packets*. Retira la marca seleccionada anteriormente

Edición de colores para identificación

Es posible identificar los diferentes eventos o incidencias por medio de una codificación en colores los mismos que pueden ser evidenciados en la figura 38.

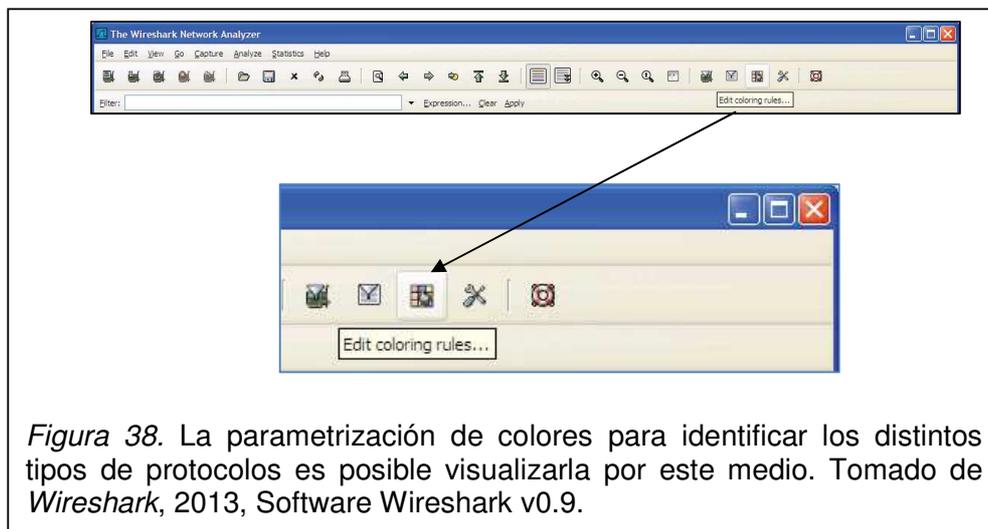


Figura 38. La parametrización de colores para identificar los distintos tipos de protocolos es posible visualizarla por este medio. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

A continuación se puede identificar la codificación establecida de manera predeterminada, figura 39.



Figura 39. En la figura presentada es posible identificar los principales protocolos diferenciados por colores para su respectiva identificación. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

Estadísticas

Esta opción abarca desde la información general de los paquetes capturados hasta las estadísticas específicas de un protocolo, las mismas son identificadas en las descripciones a continuación.

El menú principal por medio del cual se accederá a esta opción será “*Statics*”, dentro de la cual se pueden identificar las opciones mostradas en la figura 40.

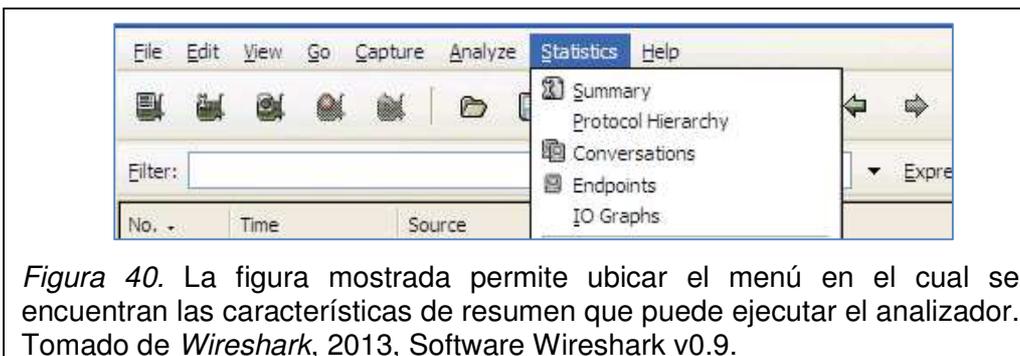
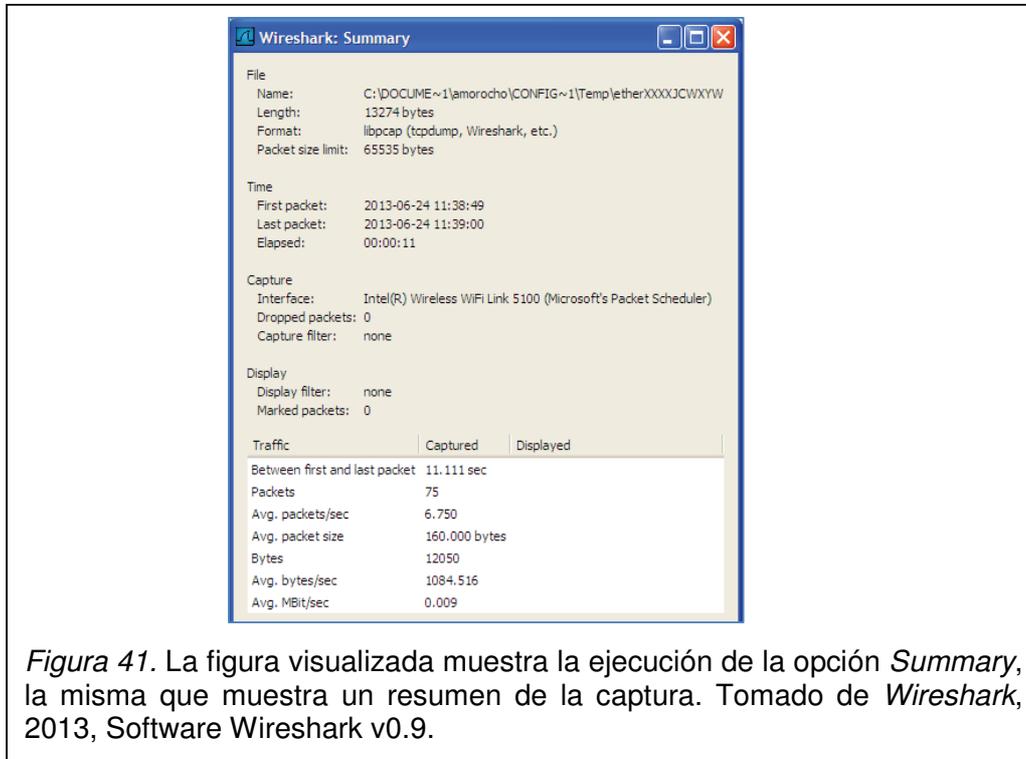


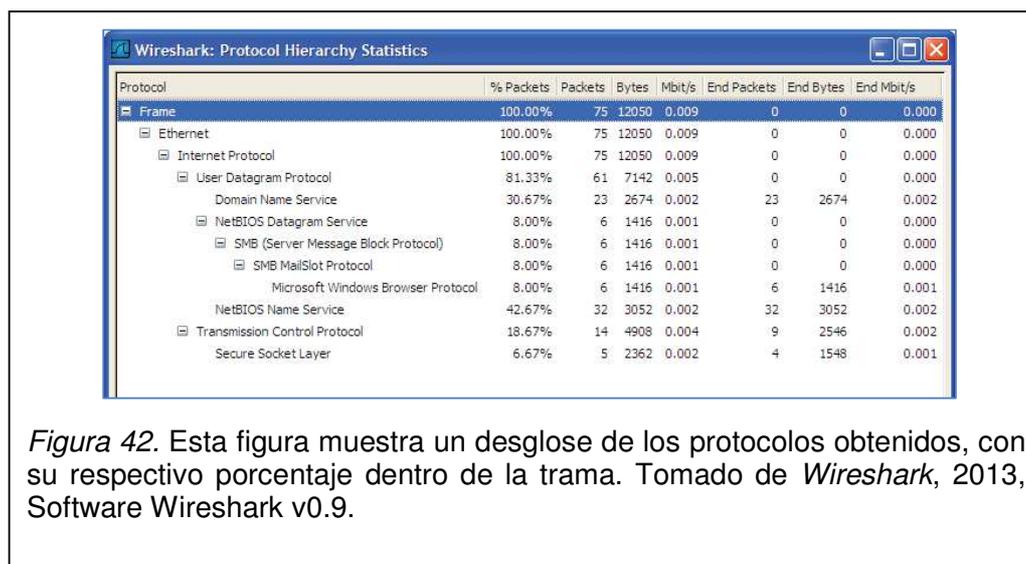
Figura 40. La figura mostrada permite ubicar el menú en el cual se encuentran las características de resumen que puede ejecutar el analizador. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

Por esta opción es posible verificar la cantidad de paquetes capturados, figura 41.



Protocol Hierarchy

Aquí es posible visualizar en la figura 42 las estadísticas por cada uno de los protocolos, estructurados de manera jerárquica.



Conversations

Para mencionar un caso específico en la figura 43, se visualizará el tráfico entre una IP origen y una IP destino.

Address A	Port A	Address B	Port B	Packets	Bytes	Packets A->B	Bytes A->B	Packets A<->B	Bytes
192.168.1.4	64441	192.168.1.1	domain	2	227	1	84	1	143
192.168.1.4	56791	192.168.1.1	domain	2	227	1	84	1	143
192.168.1.4	54176	192.168.1.1	domain	2	266	0	0	2	266
192.168.1.4	50376	192.168.1.1	domain	2	266	0	0	2	266
192.168.1.4	58859	192.168.1.1	domain	2	380	1	73	1	307
192.168.1.4	56617	192.168.1.1	domain	3	258	3	258	0	0
192.168.1.4	61402	192.168.1.1	domain	4	420	2	154	2	266
192.168.1.4	64280	192.168.1.1	domain	6	630	3	231	3	399
192.168.1.4	netbios-dgm	192.168.1.63	netbios-dgm	6	1416	6	1416	0	0
192.168.1.4	netbios-ns	192.168.1.63	netbios-ns	32	3052	32	3052	0	0

Figura 43. Esta figura permite identificar la transmisión de paquetes con sus respectivos bytes desde un equipo a otro. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

End Points

En este parámetro se visualizará en la figura 44 las estadísticas de los paquetes desde y hacia una dirección IP.

Address	Port	Packets	Bytes	Tx Packets	Tx Bytes	Rx Packets	Rx Bytes
192.168.1.4	netbios-ns	32	3052	32	3052	0	0
192.168.1.1	domain	23	2674	12	1790	11	884
192.168.1.4	netbios-dgm	6	1416	6	1416	0	0
192.168.1.4	64280	6	630	3	231	3	399
192.168.1.4	56617	3	258	3	258	0	0
192.168.1.4	61402	4	420	2	154	2	266
192.168.1.4	64441	2	227	1	84	1	143
192.168.1.4	56791	2	227	1	84	1	143
192.168.1.4	58859	2	380	1	73	1	307
192.168.1.63	netbios-dgm	6	1416	0	0	6	1416
192.168.1.63	netbios-ns	32	3052	0	0	32	3052
192.168.1.4	54176	2	266	0	0	2	266
192.168.1.4	50376	2	266	0	0	2	266

Figura 44. Esta figura permite identificar la transmisión de paquetes con sus respectivos bytes desde un equipo a otro. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

IO Graphs

Al inicio se mostrará en la figura 45 una gráfica general, sin filtro. Con el objetivo de ser más específicos en la obtención de este tipo de gráficas, es necesario elegir un tipo de filtro y a continuación generar nuevamente el gráfico requerido, para el caso de prueba se ha elegido el protocolo “http”.

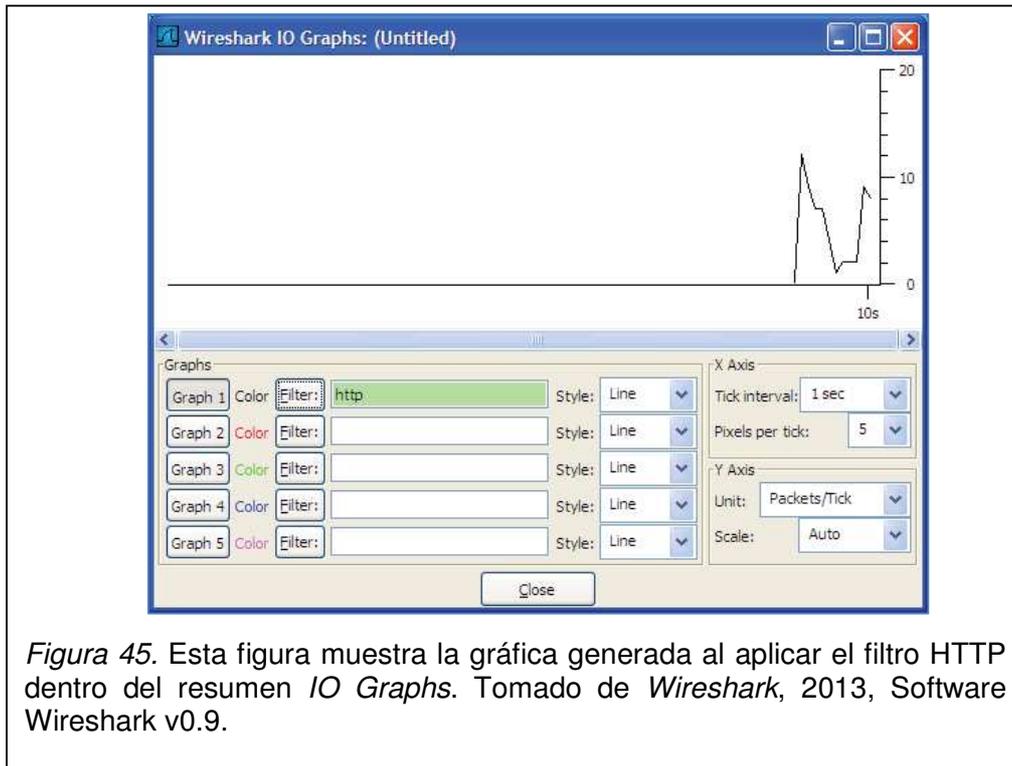


Figura 45. Esta figura muestra la gráfica generada al aplicar el filtro HTTP dentro del resumen *IO Graphs*. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

3.3.4 Diseño de la estructura o topología de red

Análisis de requisitos y datos

El aspecto mencionado implica la consideración que las necesidades de los usuarios de la red cambian constantemente, es posible establecer una referencia que a medida que se introducen más aplicaciones de red basadas en voz y vídeo, se hace necesario aumentar el ancho de banda de la red.

Una LAN que no puede suministrar información veloz y precisa a los usuarios no resulta útil, por lo tanto se deben tomar medidas para asegurar que se cumplan los requisitos de información de la organización y de sus colaboradores.

Situación Organizacional

Un aspecto influyente radica en mencionar los parámetros referenciales de la organización y su estado actual, por lo cual es básico efectuar un análisis del crecimiento proyectado en el entorno del usuario final.

Ante esto se convierte en necesario y obligatorio revisar las políticas operativas y procedimientos de administración si los hubiere, adicionalmente abarcar también los sistemas y procedimientos de oficina, así como también las referencias de los colaboradores que utilizarán las LAN.

Diseño de estructura o topología

Para la definición de la estructura a ser diseñada es necesario abarcar los dos esquemas establecidos en esta metodología, los cuales se desglosan en:

- Esquema físico
- Esquema lógico

ESQUEMA FÍSICO

El esquema físico abarca parámetros que permiten estructurar un diseño apegado a normas de conectividad teóricamente definidas, además es posible indicar que el diseño del esquema físico incluye el tipo de cableado que se debe utilizar (normalmente cable de cobre o fibra óptica) y como ya se lo señaló, la estructura general del cableado.

Con el objetivo de señalar algunos detalles a seguir, a continuación se mencionan definiciones para la implementación de infraestructura.

Distancia

Desde un concentrador hacia el host del usuario involucrado debe existir una longitud de 100 mts, y como se señaló anteriormente, el medio de unión de mencionados dispositivos puede ser cable de cobre o fibra óptica.

Conectividad Host – Router

Se señala inicialmente que la conectividad Router – Switch debe efectuarse por medio de un cable de no más de 5 mts. de longitud, a continuación desde el concentrador o switch de comunicaciones hacia el path panel existirá una distancia máxima de 5 mts.

Después de verificar estas primeras etapas de conectividad en el rack de comunicaciones, es necesario establecer que la distancia desde el patch panel hacia la toma de telecomunicaciones, será de un máximo de 90 mts y finalmente el cable que permitirá la transmisión de datos desde la toma de telecomunicaciones hacia el host, tendrá de un máximo de 5 mts.

Áreas de Agrupamiento

Se contemplan dos términos muy importantes para la estructuración de áreas de agrupamiento, las mismas se encuentran catalogadas como, Estructura de Distribución Principal y Estructura de Distribución Intermedia, definidas como MDF e IDF por sus siglas en inglés (Main Distribution Frame – Intermediate Distribution Frame).

Se define como MDF al sector o punto principal de una topología de networking en estrella, en donde se encuentran alojados los dispositivos de conexión, entre los cuales pueden considerarse, patch panels, conmutadores, routers.

Y como IDF se cataloga al sector o punto de comunicación o distribución secundaria para una estructura que utiliza una topología de red en estrella.

ESQUEMA LOGICO

Se establece como esquema lógico a la descripción del modelo de la topología, sin la totalidad de detalles para la instalación exacta del cableado.

El diseño lógico de la red como tal, abarca al flujo de datos que existe dentro de la estructura de comunicaciones propuesta, adicionalmente mencionará los

esquemas de nombre y dirección a utilizarse en la solución diseñada, de esta manera se permite identificar una distribución adecuada y óptima de los medios físicos utilizados dentro de la infraestructura.

3.3.5 Esquema físico y lógico

En el campo funcional y teórico han sido descritos los conceptos de estos dos esquemas, a continuación se muestra las distribuciones gráficas de las soluciones propuestas.

3.3.5.1 Gráfico esquema Físico

Distancia

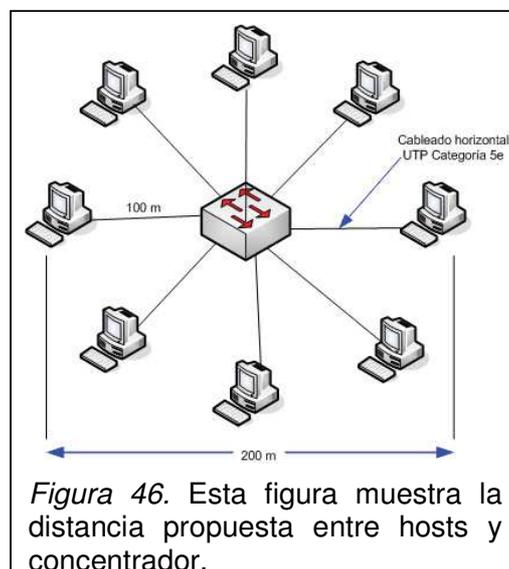


Figura 46. Esta figura muestra la distancia propuesta entre hosts y concentrador.

Conectividad Host - Router

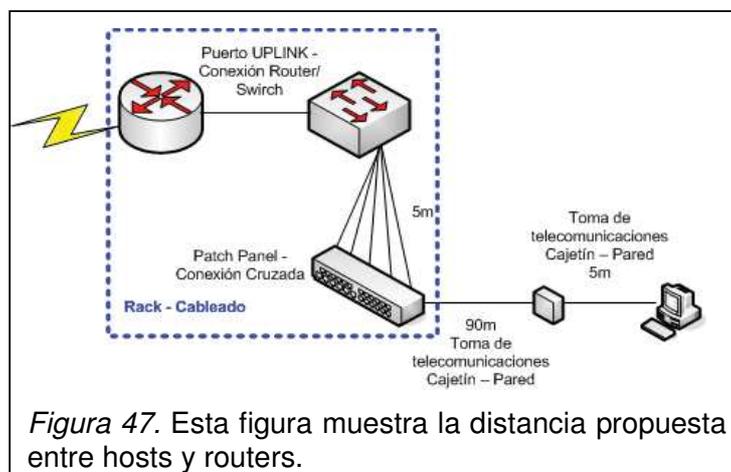


Figura 47. Esta figura muestra la distancia propuesta entre hosts y routers.

Áreas de agrupamiento

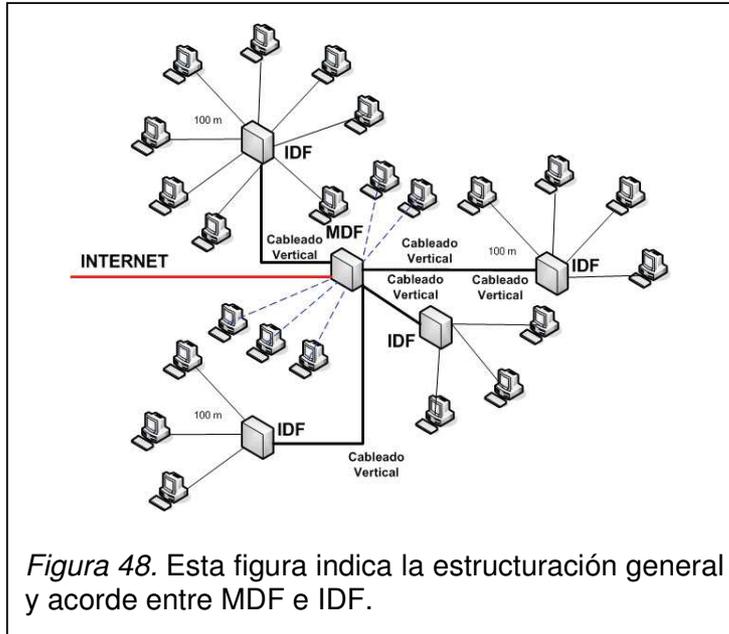


Figura 48. Esta figura indica la estructuración general y acorde entre MDF e IDF.

Especificación IDF - MDF

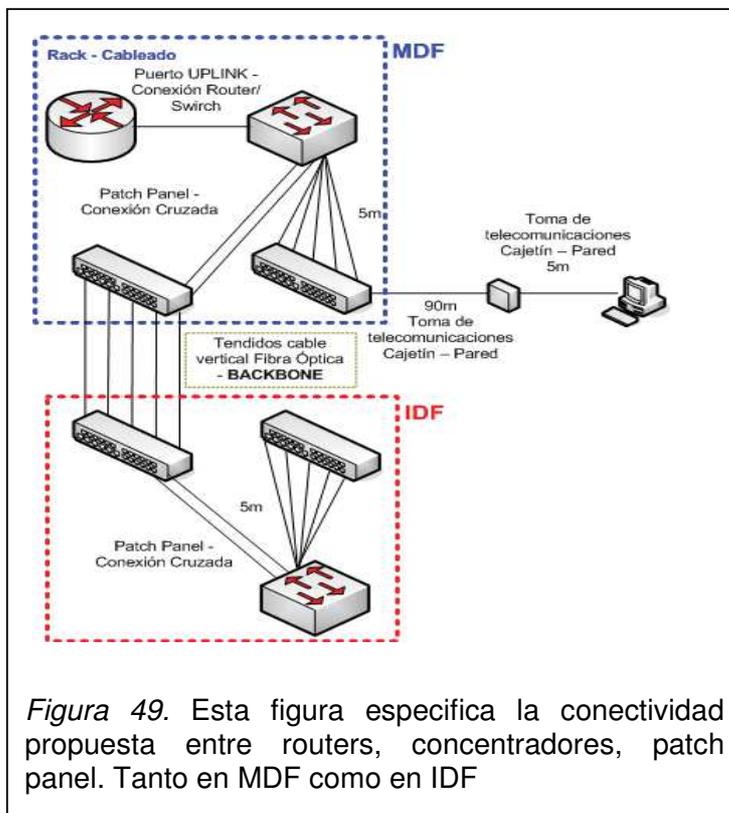
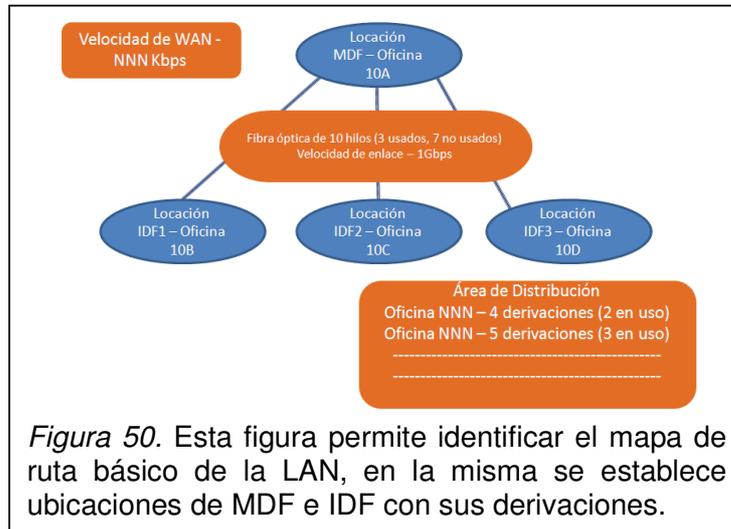


Figura 49. Esta figura especifica la conectividad propuesta entre routers, concentradores, patch panel. Tanto en MDF como en IDF

3.3.5.2 Gráfico Esquema Lógico

Mapa de ruta básico de la LAN



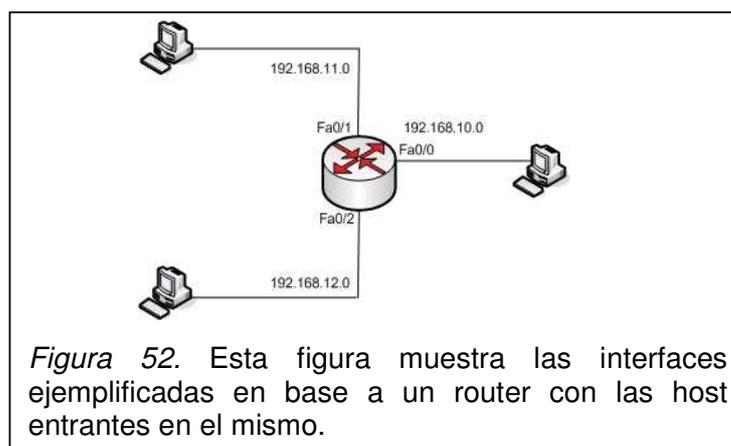
Distribución en IDF

Locación IDF1 – Oficina 10B

Conexión	Identificación de cable	Par X/Puerto X – Conexión Cruzada	Cable Tipo	Estado Actual
IDF1 a OFICINA 10B	10B – 1	HCC1 - Puerto 10	UTP Categoría 6	Operativo
IDF1 a OFICINA 10B	10B – 2	HCC1 - Puerto 11	UTP Categoría 6	No operativo
IDF1 a OFICINA 10B	10B – 3	HCC2 - Puerto 12	UTP Categoría 6	No operativo
IDF1 a MDF	IDF1 – 1	VCC1 - Puerto 1	UTP Categoría 6	Operativo
IDF1 a MDF	IDF1 – 2	VCC1 - Puerto 2	UTP Categoría 6	Operativo

Figura 51. Esta figura indica las ubicaciones de puerto, categorización y rutas físicas desde IDF's a MDF's

Flujo de tráfico

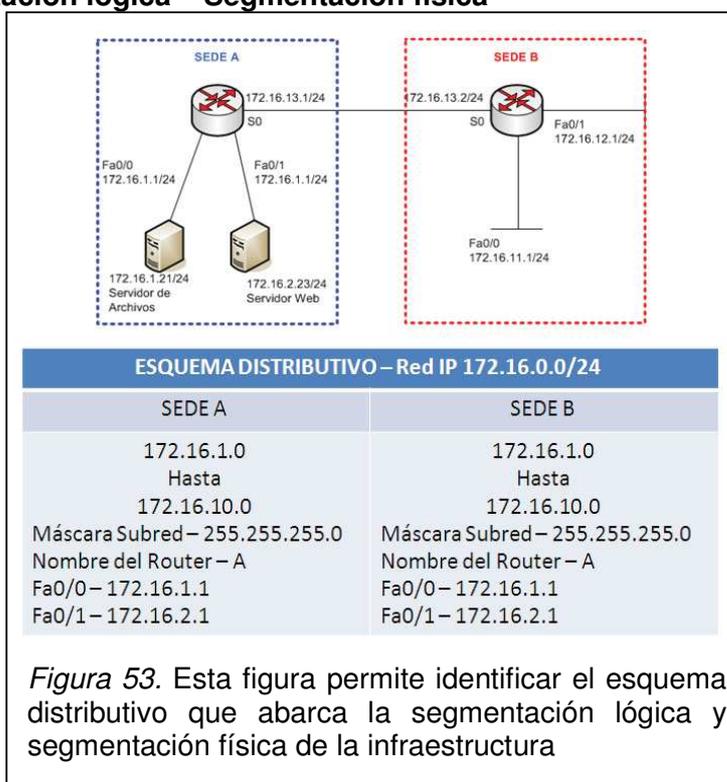


3.3.6 Puesta en marcha

En esta instancia se consolida la estructura que permitirá identificar la distribución tanto lógica como física de la solución propuesta y a implementarse.

La solución presentada constará de dos ámbitos de diseño y estructuración, los mismos que se establecerán como, Segmentación Lógica y Segmentación Física, adicional a estos parámetros es fundamental evidenciar la documentación de direccionamiento, la misma que abarcará la dirección lógica de los dispositivos existentes dentro de la Red Física, pudiendo ser estos: routers, puertos LAN, puertos WAN, switch's LAN, servidores corporativos, servidores internos y finalmente hosts.

Segmentación lógica – Segmentación física



Direccionamiento IP

Dirección Lógica	Dispositivos de la Red Física
N.N.N.1 – N.N.N.10	Router, Puertos LAN y WAN
N.N.N.11 – N.N.N.20	Switchs LAN
N.N.N.21 – N.N.N.30	Servidores Corporativos
N.N.N.31 – N.N.N.80	Servidores Internos
N.N.N.81 – N.N.N.254	Hosts

Figura 54. Esta figura muestra el direccionamiento IP canalizado mediante la estructura lógica y los dispositivos de la red física.

Documentación de verificación

	Cantidad	Implementada/ A implementarse	Número de Redes y Subredes	Categorización	Mapa Distributivo
Número de pisos o áreas					
IDF					
MDF					
Tipo de infraestructura					
Segmentación Lógica					
Tipo de cableado					
Routers					
Switchs Administrables					
Hosts					

Figura 55. Esta figura permite detallar en resumen los parámetros identificados al momento de estructurar la red requerida

3.4 Métodos de Certificación

Efectuar una prueba de funcionamiento no es lo mismo que una certificación, una prueba implica funcionalidad y determina si el hilo puede transportar señales de punta a punta, en cambio certificar o verificar el rendimiento es una declaración acerca de las prestaciones óptimas del cable.

La certificación abarca las siguientes inquietudes:

- ¿Cuál es la eficiencia con la cual viaja la señal a través del cable?
- ¿No existe interferencia de ningún tipo en la señal?
- ¿La señal es lo suficientemente fuerte como para llegar al otro extremo del cable?

Las pruebas que se efectuarán tendrán como objetivo verificar la funcionalidad y el rendimiento, las estructuras de cableado estructurado que se rigen a las normas de implementación deben estar certificados.

El equipo responsable de la certificación efectúa todas las pruebas de rendimiento necesarias para adherirse a los estándares mencionados, la mayoría de equipos poseen una función de autoprueba, la misma que da inicio con tan solo el accionar de un botón.

Para lograr la obtención de una certificación, los cables necesitan cumplir o superar los resultados de prueba mínimos para su grado, la mayoría de resultados que se obtienen llegan a superar el mínimo requerido.

Al mencionar los resultados a obtenerse, es importante diferenciar entre los resultados reales de prueba y los resultados máximos de prueba a este detalle se lo conoce como sobrenivel.

Un mayor sobrenivel indica una menor necesidad de mantenimiento del cable en el futuro y estas redes serán más tolerantes a cables de conexión y cables de equipamiento de bajo grado.

Los parámetros que se verifican para una correcta certificación son los mostrados a continuación.

- **Margen de frecuencia especificado**

Consiste en probar cada cable en un rango de frecuencias que se utilizará durante el servicio diario, si se obtiene un mayor grado esto indicará un mayor margen,

- **Atenuación**

Este concepto contempla la cantidad de señal que un cable puede absorber, mencionada medida se denomina como atenuación, una menor atenuación indica conductores y cables de mayor calidad.

- **Paradiafonía**

Se origina cuando las señales que provienen de un par interfieren con otro par en el extremo cercano del cable, la diafonía podría llegar a afectar la capacidad del cable para transportar datos. La cantidad de NEXT que un cable debe ser capaz de tolerar está especificada para cada grado.

- **NEXT de suma de potencia**

Cuando los cables utilizan todos los conductores, las señales de uno de los cables interfieren con varios pares, para llevar a cabo el cálculo del efecto de estas interferencias, es necesario considerar las interacciones entre los pares del cable, la medición de la ecuación de NEXT de suma de potencia lleva a cabo esto.

- **Relación entre atenuación y diafonía (ACR)**

Con este parámetro se puede evidenciar la potencia relativa de la señal recibida al compararse con la NEXT o también con el ruido en el mismo cable, la medición contemplada está identificada también como relación entre señal y ruido (SNR), la misma que indica la interferencia externa.

- **ACR de suma de potencia**

Cuando todos los pares de un cable se encuentran en uso, la interacción entre ellos se vuelve más compleja, hay mas hilos que participan, de modo que hay más interacciones mutuas, las ecuaciones de suma de potencia ayudan a tener en cuenta este mayor disturbio mutuo.

- **Telediafonía de igual nivel (ELFEXT)**

Es la medición calculada de la cantidad de diafonía que se produce en el extremo más lejano del cable, si este parámetro se muestra elevado, el cable no transportará bien las señales y la relación de ACR no estará bien controlada.

- **ELFEXT de suma de potencia**

Al igual que otras mediciones de suma de potencia, la interacción entre múltiples pares en un mismo cable aumenta la complejidad de las características de la ELFEXT. La versión de suma de potencia de las mediciones tiene esto en cuenta.

- **Pérdida de retorno**

Una parte de la señal que viaja por medio del hilo rebota en imperfecciones como desacoplamiento de la impedancia, esto puede reflejarse hacia el transmisor y constituir una fuente de interferencia, a esto es a lo que se lo denomina pérdida del retorno.

- **Retardo de la propagación**

Las propiedades eléctricas que posea el cable pueden llegar a afectar la señal, el valor de este retardo se utiliza para realizar ciertas mediciones, como por ejemplo la reflectometría en dominio de tiempo, el retardo de la propagación de un cable generalmente está especificado como una cantidad máxima permitida de retardo, esto contabilizado en nanosegundos.

- **Sesgo de retardo**

Cada par que existe en un cable posee un número diferente de trenzados, las señales que ingresan a un cable al mismo tiempo probablemente no estén sincronizadas al llegar al otro extremo, a esto es a lo que se denomina sesgo de retardo, una terminación no óptima puede incrementar los problemas si los cables son asimétricos respecto de sus pins conectores, la diferencia que se identifica en el retardo de la propagación entre los hilos de un par de un cable también pueden generar sesgo de retardo.

3.4.1 Métodos de prueba

Existen dos métodos de prueba que se practican y ejecutan, estos son la prueba de canal y de enlace.

3.4.1.1 Prueba de Enlace

Esta prueba está definida con el propósito de verificar el cableado instalado permanentemente, esto puede ser utilizado como la base de requisitos contractuales para el cableado fijo.

Los últimos detalles de los requisitos de prueba del cableado implementado deben ser acordados entre el cliente y el implementador, el enlace básico incluye los cables del adaptador cualificados (cables de prueba) que se utilizarán para la conexión de los instrumentos de certificación, en la figura 27 se puede visualizar la prueba de enlace.

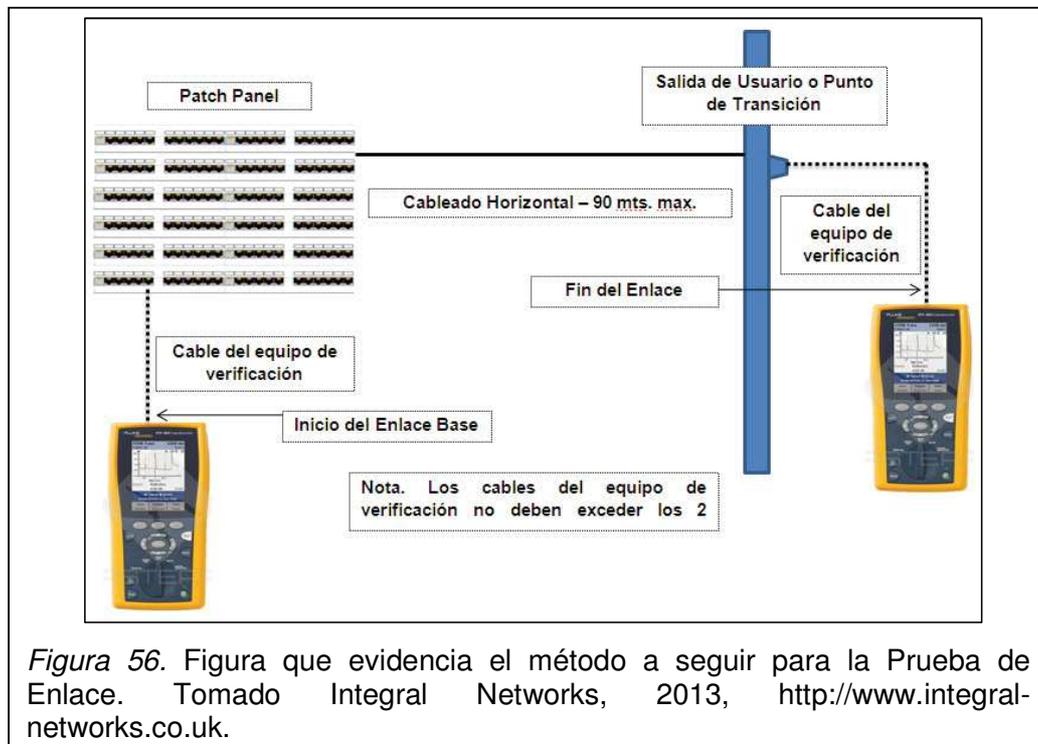


Figura 56. Figura que evidencia el método a seguir para la Prueba de Enlace. Tomado Integral Networks, 2013, <http://www.integral-networks.co.uk>.

3.4.1.2 Prueba de Canal

La prueba de canal está destinada a diseñadores de sistemas, usuarios finales e instaladores de estructuras LAN completas, esto con el objetivo de verificar el rendimiento de la ruta de transmisión en general, incluyendo cables de usuarios finales.

Si el canal se ajusta los cables de conexión de usuario pueden ser aprobados para el uso únicamente en ese canal, con el fin de ajustarse a las normas establecidas.

El fabricante del equipo de certificación debe garantizar que el efecto de las conexiones con los equipos de certificación están excluidos de los resultados de estos, pues así estas conexiones pueden tener un efecto importante en la precisión de las mediciones de rendimiento de transmisión, finalmente es

3.5 Factores a considerar

La metodología que se definirá tiene como objetivo estructurar de manera global la forma de medir, observar y analizar el desempeño de las redes que disponen de servicios convergentes.

Esto incluirá fases, normas, procedimientos, métodos y herramientas necesarias para identificar los posibles escenarios de latencia, inconvenientes técnicos existentes o futuros evitando así el tiempo de NO operatividad de un sistema o infraestructura de red.

Es importante recalcar que no se pretende fijar una obligatoriedad en torno a las actividades o prácticas que se plantearán para encontrar un balance óptimo, en vista de que esto depende exclusivamente del entorno de funcionamiento y ningún entorno, así como servicios o aplicaciones son similares en uno u otro organismo, entidad o empresa.

La metodología contemplará cinco etapas, las cuales son:

- Verificación de entorno
- Planificación
- Recopilación de datos
- Análisis de datos
- Informes técnicos

3.5.1 Verificación de entorno

En esta etapa se requiere identificar y comprender la infraestructura existente, para lograr esto es necesario recurrir a la documentación que se disponga y refiera a configuración de la red, infraestructura física de la red, topología aplicada, sistemas operativos que se ejecutan en los equipos de colaboradores, aplicaciones de uso y tecnologías usadas, esto puede abarcar *Ethernet, Fast Ethernet, Giga Ethernet, Token Ring*.

Esta etapa no implica la utilización de ningún tipo de herramienta de análisis o monitoreo, lo que sí es importante es identificar las aplicaciones que se ejecutan en la red, para con esto realizar una comparativa y evaluación con los resultados que se obtendrán al final del análisis de datos.

3.5.2 Planificación

La Planificación es la parte fundamental de la metodología, aquí se definirán los pasos y esquemas a seguir para el desarrollo de las pruebas, es necesario establecer parámetros respecto a que es lo que se necesita verificar, medir, en qué lugar hacer esto y por qué, los parámetros y guía se definen con los siguientes ítems:

- Establecimiento de metas de la metodología
- Tipo de verificaciones que se llevarán a cabo
- Recomendación para ambiente de pruebas
- Definición de herramienta a manejar

3.5.2.1 Establecimiento de metas de la metodología

3.5.2.2 Tipo de verificaciones

Los tipos de valores que se requerirán para la evaluación de la red son los siguientes:

- *Throughput*
- *Broadcast*
- Tiempo de respuesta
- Uso de enlace

Mencionados parámetros serán referencias para catalogar el funcionamiento y/o desempeño de la infraestructura de red implementada.

El funcionamiento del *switch* está incluido en estas pruebas y con lo que respecta al análisis van directamente ligadas al uso y evidencia de tráfico de datos en cada uno de los puertos involucrados.

Es recomendable que el número de colaboradores (usuarios de la infraestructura de red) contemplados en el análisis, se defina con la premisa de abarcar inicialmente un número que no supere el 50 por ciento de la capacidad del *switch*, para después ir completando el número de puertos hasta abarcar la totalidad de los mismos.

Es posible abarcar los siguientes ítems que permitirán identificar el funcionamiento actual y futuro de la infraestructura de red analizada:

- Seguridad del Sistema
- Monitoreo de incidencias
- Rendimiento de elementos de la infraestructura
- Análisis de tiempos de respuesta
- Throughput de la infraestructura
- **Seguridad del Sistema**

El objetivo en este ítem es lograr un parámetro de evaluación que abarque un seguimiento y monitoreo desde 24 a 48 horas, este monitoreo implica la evaluación de las fallas o errores que posea parte de la red o también que puedan afectarla en su totalidad.

La definición de un número de horas considerable se debe a que en la mayoría de casos una red puede tener un funcionamiento óptimo durante algunas horas, sin embargo contemplar un período constante y extenso de análisis permite asegurar la operatividad de una red con el menor riesgo a incidentes.

- **Monitoreo de incidencias**

El concepto de tiempo de respuesta es el factor preponderante en este ítem, en vista de que será el factor evaluado al momento de mencionar cuellos de botella o también de presentarse latencia en la red.

Con esto se busca identificar aquellos errores que ocasionen lo antes mencionado, es recomendable que este monitoreo se efectúe de manera individual en los distintos componentes de red, de esta manera se logra un establecimiento de valores nominales en los componentes de la infraestructura.

- **Rendimiento de elementos de la infraestructura**

En este ítem es posible identificar si los componentes que permiten la transmisión de datos en la red son aptos, compatibles o suficientes para la demanda existente dentro de la organización involucrada.

Es posible y necesario contar con parámetros que permiten establecer métricas de funcionamiento, estos son: Tiempo de respuesta y Tasa efectiva (magnitudes en milisegundos y bits por segundo respectivamente).

- **Análisis de tiempo de respuesta**

Lo requerido en esta área involucra un análisis que permita identificar la satisfacción del colaborador ante el desempeño de la red desde su perspectiva, lograr esto implica obtener y analizar el tiempo desde que el colaborador efectúa una solicitud a una aplicación y obtiene lo consultado o requerido.

El método de obtención de estos datos es posible por medio de una herramienta que identifique la actividad del colaborador cuando inicia un programa, solicita un servicio de red, descarga archivos o transfiere archivos, lo que se efectuará a continuación es la comparación de tiempos de respuesta de distintos colaboradores considerando también la cantidad de los mismos y así evaluar la carga de datos transmitidos.

- **Throughput de la infraestructura**

Esta medición permite obtener la tasa de transmisión efectiva para una aplicación específica o también de varias aplicaciones, las mediciones obtenidas serán catalogadas en kilobytes por segundo o megabits por segundo.

La principal necesidad en este ítem es identificar los instantes o períodos en los cuales existe una carga elevada de datos, esto permitirá evaluar, mejorar y si el caso lo amerita, cambiar elementos de la red.

3.5.2.3 Recomendación para ambiente de pruebas

Aquí se definirá inicialmente el ambiente en el cual se obtendrán los datos, además de la herramienta que se utilizará para los respectivos análisis y evaluaciones, el manejo adecuado de los datos obtenidos posibilita que un gran volumen de información sea eliminada, solamente se mantendrán los datos útiles para el proyecto.

Se llevará a cabo la medición de datos de transmisión en una red que ya se encuentra implementada, al efectuar esta evaluación en este escenario implica considerar períodos diferentes de actividad, esto quiere decir que la carga de datos será diferente en horas laborales que en horas de presencia de poco personal o de menor utilización de la red.

3.5.2.4 Definición de herramienta a manejar

Cabe señalar que la herramienta a ser utilizada deberá permitir la captura y evidenciar las métricas que existan en el ambiente de pruebas planteado anteriormente y considerando los equipos que se manejen en la infraestructura analizada.

Existen varios tipos de herramientas que permiten ejecutar este análisis, y pueden denominarse analizador de protocolos ó analizador por *software*.

El analizador de protocolos puede tener tres modelos para su uso, los cuales involucran *hardware*, *software* o una implementación (solución) que incluye los dos atributos, en la mayoría de los casos el factor económico no permite la utilización permanente de este tipo de analizadores, en vista de que su costo es muy elevado, ante lo cual el mercado o negocio que no aplicarían a la adquisición de estas soluciones serían las pequeñas y medianas empresas.

En cambio, la opción de analizadores por *software* es mucho más viable para aquellas entidades en que el factor económico sea un limitante, por motivo de que el equipo en el cual se implemente esta solución será exclusiva y simplemente un computador que opere dentro de la red, por lo tanto las características de las que disponga este equipo sí serán influyentes al momento de obtener las métricas solicitadas.

4. Aplicación del Manual de Buenas Prácticas en un entorno real

4.1 Factores que inciden en el funcionamiento de la transmisión de datos

Cuando se establece la implementación de una estructura de telecomunicaciones existen algunos parámetros que deben ser considerados, estos son:

4.1.1 Actualización Tecnológica

4.1.1.1 Implementación de equipamiento físico y lógico

Es posible que el personal responsable de la implementación conozca de soluciones que se encuentran en apogeo en la actualidad, sin embargo el entorno tecnológico del medio quizás no disponga de los equipos requeridos, o a su vez la compatibilidad de lo requerido traerá problemas en un futuro cercano con infraestructuras del medio que requieran tener comunicación con la entidad o cliente involucrado.

4.1.1.2 Energía consumida

Este factor se encuentra ligado de manera directa con la inversión que se efectuará para llevar a cabo la implementación, es importante efectuar una evaluación costo y consumo de los elementos que vayan a ser adquiridos.

4.1.2 Definiciones Gubernamentales

Esto estará ligado directamente con la aplicación y cumplimiento de los estándares internacionales, así como también de la armonía con las definiciones requeridas por el estado Ecuatoriano.

4.1.3 Análisis comercial adecuado

El desarrollo y acoplamiento tecnológico a involucrado un arduo trabajo por parte de fabricantes y diseñadores de tecnología, en vista de que los productos cada vez buscan la eficacia en el funcionamiento de los productos creados y ofertados.

Sin embargo la gran mayoría de entidades no cuentan con una asesoría adecuada al momento de adquirir equipamiento, en ocasiones delegan a terceros este tipo de decisiones, y ante lo cual no existe un criterio adecuado para lograr el beneficio buscado por la organización.

4.2 Pruebas de comunicación

Según la estructura planteada en el Capítulo III, se definirán y evidenciarán las cinco etapas que formarán parte de Metodología implementada.

4.2.1 Verificación de entorno

Las pruebas y transmisión de datos se llevarán a cabo en una entidad privada que posee la siguiente infraestructura:

4.2.1.1 Infraestructura física de la red.

Los elementos que forman parte de la red son los mencionados a continuación.

Elementos Activos:

- Transceiver
- Router Cisco 1711
- Switth D-Link 1024R

Elementos Pasivos:

- Patch Panel 24 puertos
- Terminales de usuario servicio de datos

4.2.1.2 Topología existente en la red.

La red implementada en la entidad privada posee una estructura de RED en BUS, la misma está caracterizada por un único canal de comunicación en el cual se conecten varios dispositivos, mediante el cual todos los dispositivos (computadores, impresoras, servidores) comparten el mismo canal para comunicarse entre sí.

4.2.1.3 Sistemas operativos manejados por los colaboradores.

Los Sistemas Operativos que manejan cada uno de los colaboradores (y Servidor en este caso) son los siguientes:

- Windows Server 2008

- Windows 7
- Windows Vista
- Windows XP

4.2.1.4 Aplicaciones usadas por los colaboradores.

Los diferentes usuarios de la infraestructura analizada utilizan las siguientes aplicaciones:

- Servicio de correo electrónico (Microsoft Outlook)
- Servicio de impresión
- Servicio de mensajería instantánea (Skype)
- Servicio de navegación web
- Servicio de VoIP

4.2.1.5 Tecnología de red implementada.

La tecnología que se ha verificado y posee la institución está definida como Fast Ethernet o Ethernet de alta velocidad. La cual procesa la información a una velocidad que soporta transferencia de datos de 100Mbps.

4.2.2 Planificación

4.2.2.1 Meta de la metodología.

Lo que se pretende lograr con la ejecución de esta metodología es verificar y analizar el comportamiento de la información o requerimientos solicitados dentro de la red LAN.

Con el objetivo de lograr una carga de trabajo significativa se efectuará esto en un horario en el cual los colaboradores de la red se encuentren activos y operativos.

Se establecerán dos fases que serán determinadas por:

- Identificar la carga de información inicial existente dentro de la red.
- Incremento de solicitudes o requerimientos de aplicaciones y servicios dentro de la red LAN analizada.

4.2.2.2 Tipo de verificaciones que se llevarán a cabo

Tipo de tráfico existente en la red LAN

Se dará inicio a esta actividad con la verificación de qué tipo de aplicaciones y/o servicios son ejecutados dentro de la red LAN, es necesario establecer un mínimo de tiempo de 60 minutos para obtener una muestra de datos efectiva.

Es necesario definir una cantidad referencial de bytes procesados dentro de la red y asignados a cada aplicación o servicio solicitado.

Con el dato estadístico mencionado es posible verificar el tiempo existente entre aplicaciones ejecutadas y adicionalmente comprobar los tiempos de respuesta de mayor duración.

Con estas acciones es posible definir el volumen de los archivos transmitidos y que generan mayor carga dentro de la red.

4.2.2.3 Elementos de la red y tiempos de respuesta

El rendimiento de la infraestructura implementada como tal variará respecto al nivel de funcionalidad que la compañía involucrada requiera, además de la relación costo – beneficio que busque la compañía.

Es necesario tomar en cuenta que el criterio de incremento de capacidad no solo debe considerar una adquisición de componentes en gran volumen, sino que los elementos que conforman la infraestructura tienden a disminuir o decrecer sus funcionalidades, por lo tanto el desempeño como tal de la red se verá afectado con el tiempo. Ante esto se presenta la necesidad de evitar la saturación de la capacidad de los elementos de la infraestructura de red, por lo tanto se crea el criterio de balanceo de carga de usuarios dentro de la red.

Este criterio no se encuentra establecido de una manera oficial, motivo por el cual lograr este balance implica evaluar un conjunto de parámetros tales como: tipo de servicios o aplicaciones existentes en la red y arquitectura de la red.

Con el objetivo de generar y evaluar el tráfico en la red LAN se efectuarán las siguientes acciones:

- Definir un número de usuarios que utilicen la red y sus servicios al momento de la medición de tráfico.
- Generar tráfico por medio de las aplicaciones y/o servicios hábiles.
- Se fijará un mínimo de 60 minutos para evaluar el tráfico generado.

Lo requerido funcionalmente es la cantidad de bytes transmitidos con el número de usuarios que ocupen en ese momento la red.

Los analizadores por software permiten observar tiempos de respuesta específicos para los comandos GET de la aplicación solicitada, tiempos de respuesta: máximo, mínimo y promedio de las tramas de datos, y también tiempo de respuesta de los ACK.

4.2.2.4 Recomendación para ambiente de pruebas

Para la ejecución de la herramienta de recopilación de tráfico de red el entorno será adecuado de tal manera que el horario de realización de las pruebas no afecte a ninguna actividad o servicio que cualquier colaborador ejecute en la red LAN.

Como recomendación válida es importante definir un horario en el cual las actividades dentro de la red sean continuas y no sufran ningún tipo de cortes de energía, ni horarios de almuerzo o entrada o salida del personal, períodos en los cuales por obvias razones la actividad dentro de la red es menor.

4.2.2.5 Definición de herramienta a manejar

Como anteriormente se señaló en el capítulo tres la herramienta que permitirá efectuar la recopilación y análisis de datos será el analizador de protocolos por *software Wireshark* versión 0.99.

4.2.3 Recopilación de datos

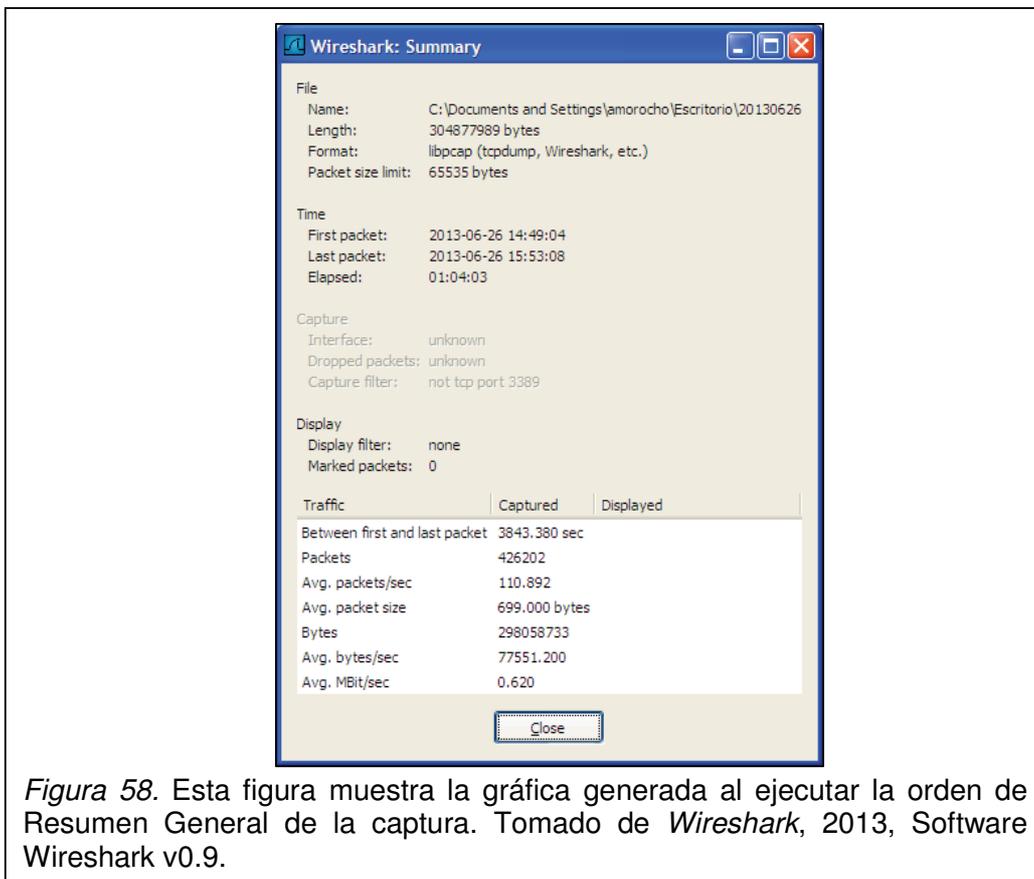
Para efectuar la recopilación de tráfico de la red, previamente es importante comprobar el correcto funcionamiento de los componentes involucrados para la ejecución de la actividad de captura de paquetes, esto implica en primer lugar verificar la funcionalidad del *switch*.

Al identificar que el *switch* no posee ningún tipo de atributo administrable por *software*, únicamente se verifica funcionalidad en cada uno de los puertos del mismo.

Finalmente es necesario definir dentro del analizador de protocolos por *software*, la interfaz que recibirá todos los paquetes capturados para el análisis, en el que caso que se planteará se capturarán todos los paquetes sin ningún tipo de filtro.

4.2.4 Análisis de datos

La primera observación presentada indica que el día 26 de junio 2013 a partir de las 14:49:04 horas hasta las 15:53:08 horas se generó una captura de 426202 paquetes, no se ejecutó ningún tipo de filtro dentro de la ejecución, por lo cual todo el tráfico se encuentra capturado, según se evidencia en la figura 58.



La siguiente muestra de datos evidencia un esquema jerárquico que permite tener una referencia porcentual de cada uno de los protocolos utilizados y transmitidos mediante la red en el período de 60 minutos de captura de paquetes en la infraestructura analizada.

Es posible visualizar los siguientes encabezados que catalogan la información obtenida:

- Protocolo
- Porcentaje de paquetes obtenidos por cada protocolo
- Cantidad de paquetes obtenidos
- Cantidad de *bytes* obtenidos
- Cantidad de Mbits/segundo

- Fin de paquetes
- Fin de bytes
- Fin de Mbits/segundo

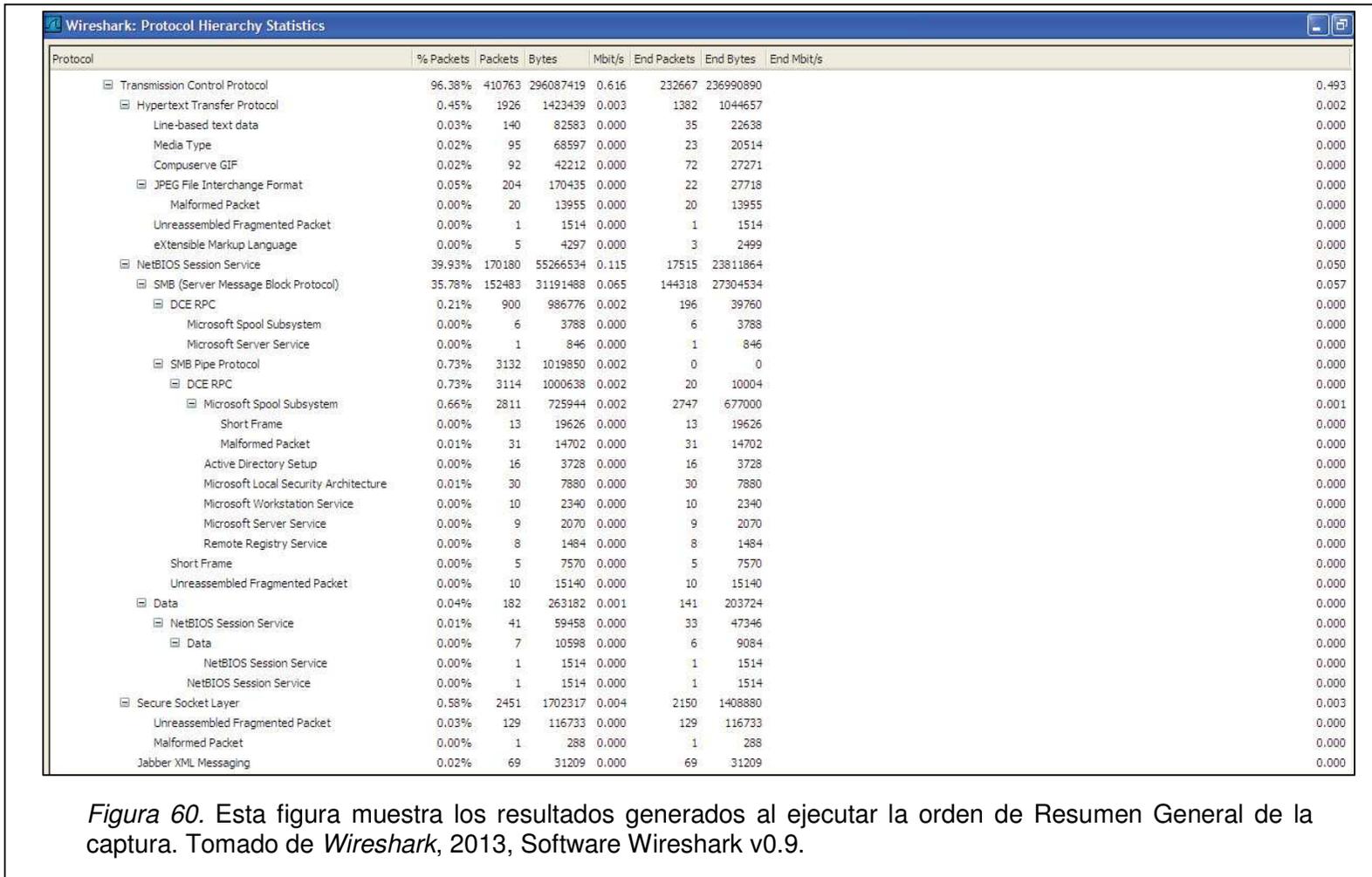
Según la muestra obtenida se puede visualizar que el Protocolo de Internet ocupa un porcentaje del 98.98% del canal, subdividiéndose mencionado porcentaje en un 96.38% que corresponde al Protocolo de Control de Transmisión.

Las estadísticas para más detalle y visualización serán presentadas en las figuras 59 y 60.

A continuación se visualizará en la figura 59 y 60 las Estadísticas Jerárquicas por Protocolos obtenidas en esta captura de tráfico.

Protocol	% Packets	Packets	Bytes	Mbit/s	End Packets	End Bytes	End Mbit/s
Frame	100.00%	426202	298058733	0.620	0	0	0.000
Ethernet	100.00%	426202	298058733	0.620	0	0	0.000
Address Resolution Protocol	0.58%	2471	147396	0.000	2471	147396	0.000
Logical-Link Control	0.15%	636	38584	0.000	0	0	0.000
Datagram Delivery Protocol	0.05%	193	11580	0.000	0	0	0.000
Zone Information Protocol	0.05%	193	11580	0.000	193	11580	0.000
Internetwork Packet eXchange	0.10%	426	25984	0.000	0	0	0.000
IPX Routing Information Protocol	0.10%	426	25984	0.000	426	25984	0.000
Data	0.00%	17	1020	0.000	17	1020	0.000
Internet Protocol Version 6	0.20%	835	140850	0.000	0	0	0.000
User Datagram Protocol	0.17%	706	129616	0.000	0	0	0.000
DHCPv6	0.09%	370	60088	0.000	370	60088	0.000
Data	0.04%	158	27164	0.000	158	27164	0.000
Domain Name Service	0.03%	127	33443	0.000	127	33443	0.000
Hypertext Transfer Protocol	0.01%	51	8921	0.000	51	8921	0.000
Internet Control Message Protocol v6	0.02%	82	7816	0.000	0	0	0.000
Internet Control Message Protocol v6	0.01%	47	3418	0.000	47	3418	0.000
Internet Protocol	98.98%	421836	297706463	0.620	0	0	0.000
User Datagram Protocol	2.57%	10966	1610636	0.003	0	0	0.000
Data	1.89%	8050	1053858	0.002	8050	1053858	0.002
Simple Network Management Protocol	0.01%	35	4375	0.000	35	4375	0.000
Domain Name Service	0.24%	1026	178721	0.000	1026	178721	0.000
Bootstrap Protocol	0.02%	73	25042	0.000	73	25042	0.000
NetBIOS Name Service	0.15%	653	60784	0.000	653	60784	0.000
Hypertext Transfer Protocol	0.23%	994	258960	0.001	994	258960	0.001
NetBIOS Datagram Service	0.02%	83	20176	0.000	0	0	0.000
SMB (Server Message Block Protocol)	0.02%	83	20176	0.000	0	0	0.000
SMB MailSlot Protocol	0.02%	83	20176	0.000	0	0	0.000
Microsoft Windows Browser Protocol	0.02%	83	20176	0.000	83	20176	0.000
Kerberos	0.01%	22	4962	0.000	22	4962	0.000
Lightweight Directory Access Protocol	0.00%	6	1310	0.000	6	1310	0.000
Network Time Protocol	0.00%	8	880	0.000	8	880	0.000
Service Location Protocol	0.00%	16	1568	0.000	16	1568	0.000
Transmission Control Protocol	96.38%	410763	296087419	0.616	232667	236990890	0.493

Figura 59. Esta figura muestra los resultados generados al ejecutar la orden de Resumen General de la captura. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.



Como siguiente parámetro de análisis se muestra en la figura 61 las conversaciones que fueron capturadas en el período ya conocido, es importante indicar que se han obtenido cinco tipos de conversaciones, las cuales están señaladas en sus respectivos encabezados y seguidos por el número de conversaciones de ese mismo tipo, entre las cuales se puede señalar Ethernet, IPv4, IPX, TCP y UDP.

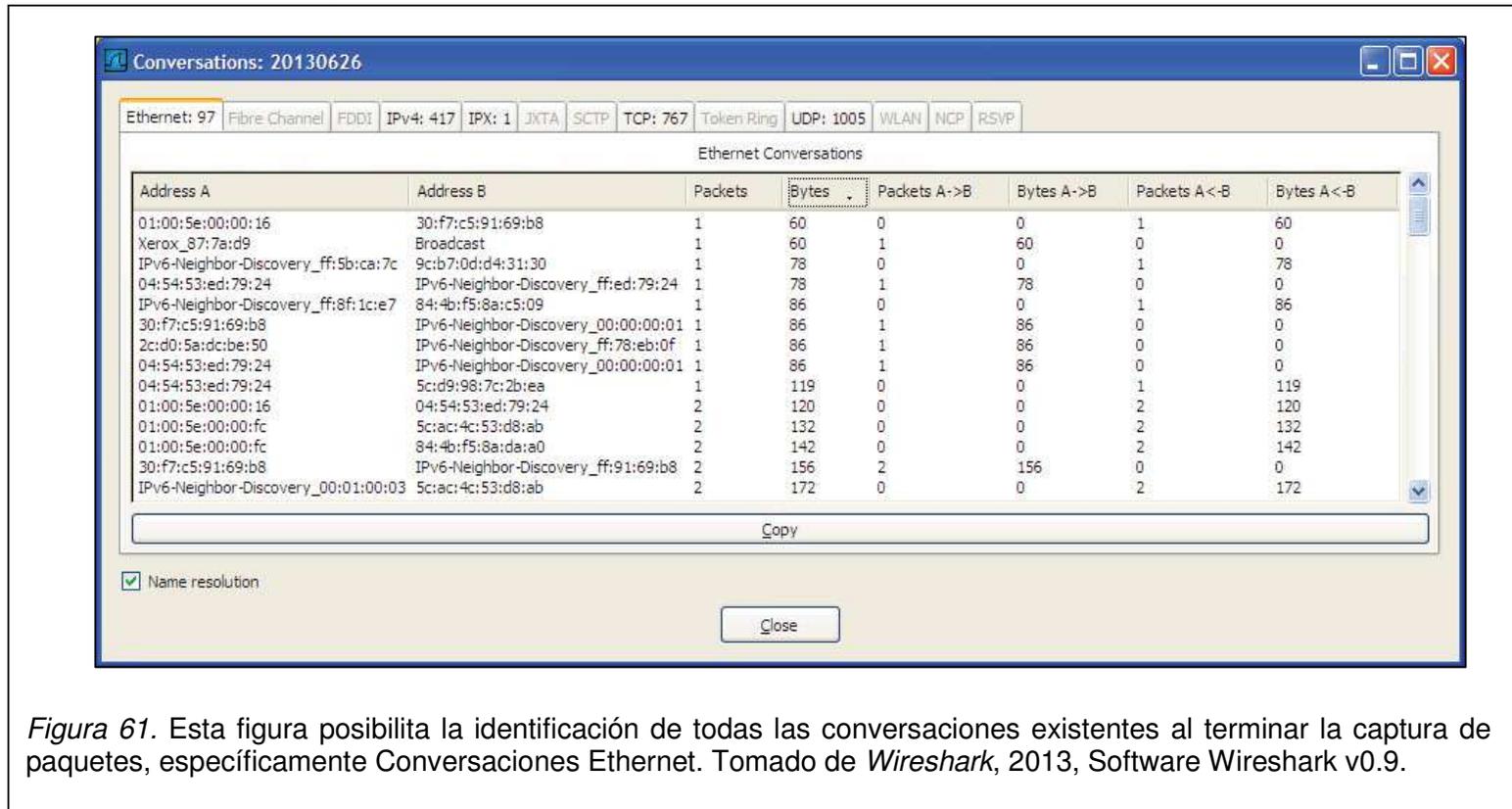


Figura 61. Esta figura posibilita la identificación de todas las conversaciones existentes al terminar la captura de paquetes, específicamente Conversaciones Ethernet. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

A continuación se presentará un extracto de cada uno de los tipos de conversaciones restantes, resumidas en la figura 62 y 63.

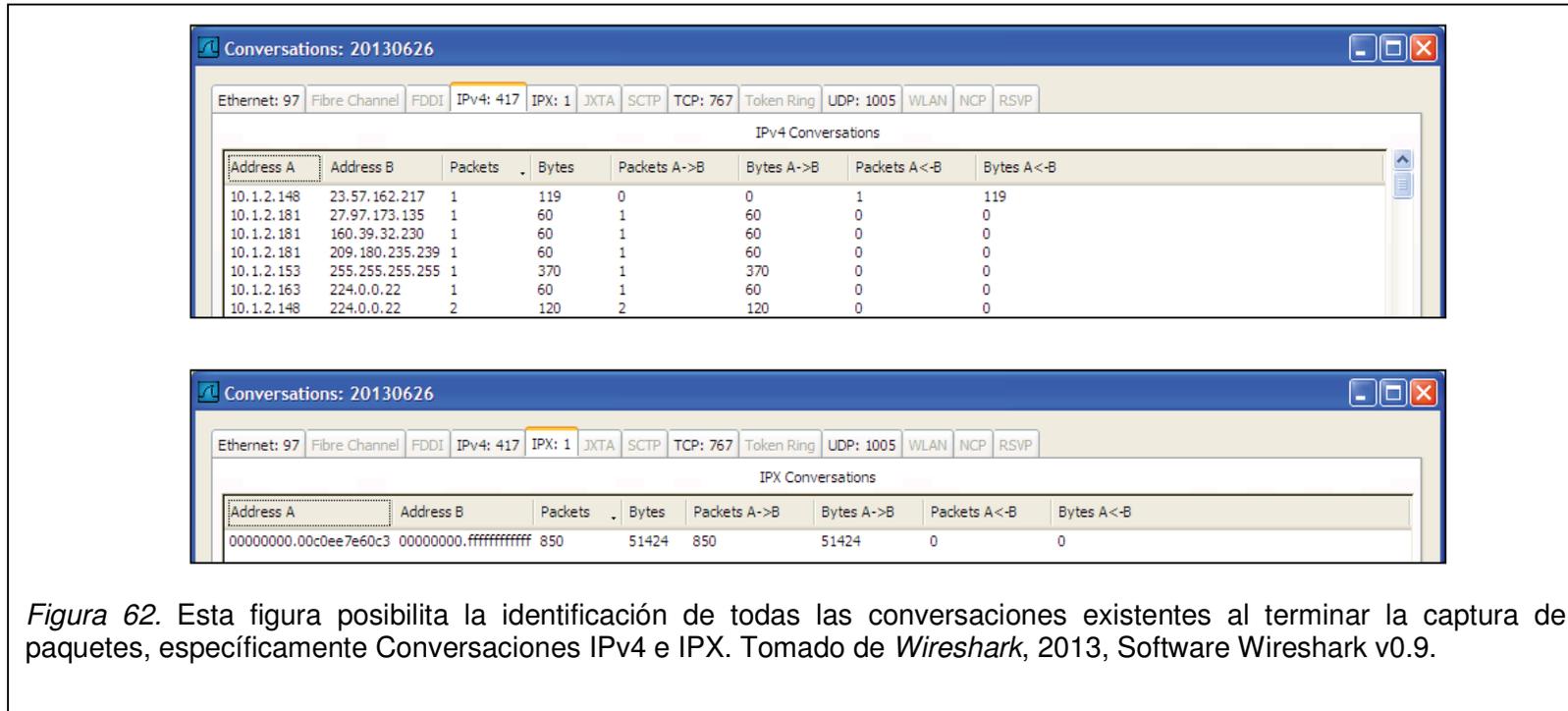


Figura 62. Esta figura posibilita la identificación de todas las conversaciones existentes al terminar la captura de paquetes, específicamente Conversaciones IPv4 e IPX. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

Conversations: 20130626

Ethernet: 97 | Fibre Channel | FDDI | IPv4: 417 | IPX: 1 | JXTA | SCTP | **TCP: 767** | Token Ring | UDP: 1005 | WLAN | NCP | RSVP

TCP Conversations

Address A	Port A	Address B	Port B	Packets	Bytes	Packets A->B	Bytes A->B	Packets A<-B	Bytes A<-B
10.1.2.148	49296	23.57.162.217	https	1	119	0	0	1	119
10.1.2.181	1267	108.160.163.45	http	2	114	1	54	1	60
201.164.25.44	15198	10.1.2.181	1982	2	124	0	0	2	124
201.164.25.44	15198	10.1.2.181	1983	2	124	0	0	2	124
10.1.2.181	1984	201.164.25.44	https	2	124	2	124	0	0
10.1.2.181	1724	187.162.118.218	https	3	186	3	186	0	0

Conversations: 20130626

Ethernet: 97 | Fibre Channel | FDDI | IPv4: 417 | IPX: 1 | JXTA | SCTP | TCP: 767 | Token Ring | **UDP: 1005** | WLAN | NCP | RSVP

UDP Conversations

Address A	Port A	Address B	Port B	Packets	Bytes	Packets A->B	Bytes A->B	Packets A<-B	Bytes A<-B
10.1.2.20	1038	10.1.2.255	netbios-dgm	1	260	1	260	0	0
224.0.1.178	3517	10.1.2.11	2088	1	60	0	0	1	60
224.0.1.178	3517	10.1.2.11	2090	1	60	0	0	1	60
10.1.2.20	1039	10.1.2.255	netbios-dgm	1	260	1	260	0	0

Figura 63. Esta figura posibilita la identificación de todas las conversaciones existentes al terminar la captura de paquetes, específicamente Conversaciones TCP Y UDP. Tomado de *Wireshark*, 2013, Software Wireshark v0.9.

Es posible identificar el tipo de conversaciones generadas, las cuales se muestran como pestañas en el área superior de cada una de las distintas ventanas de las figuras 62 - 63, y son:

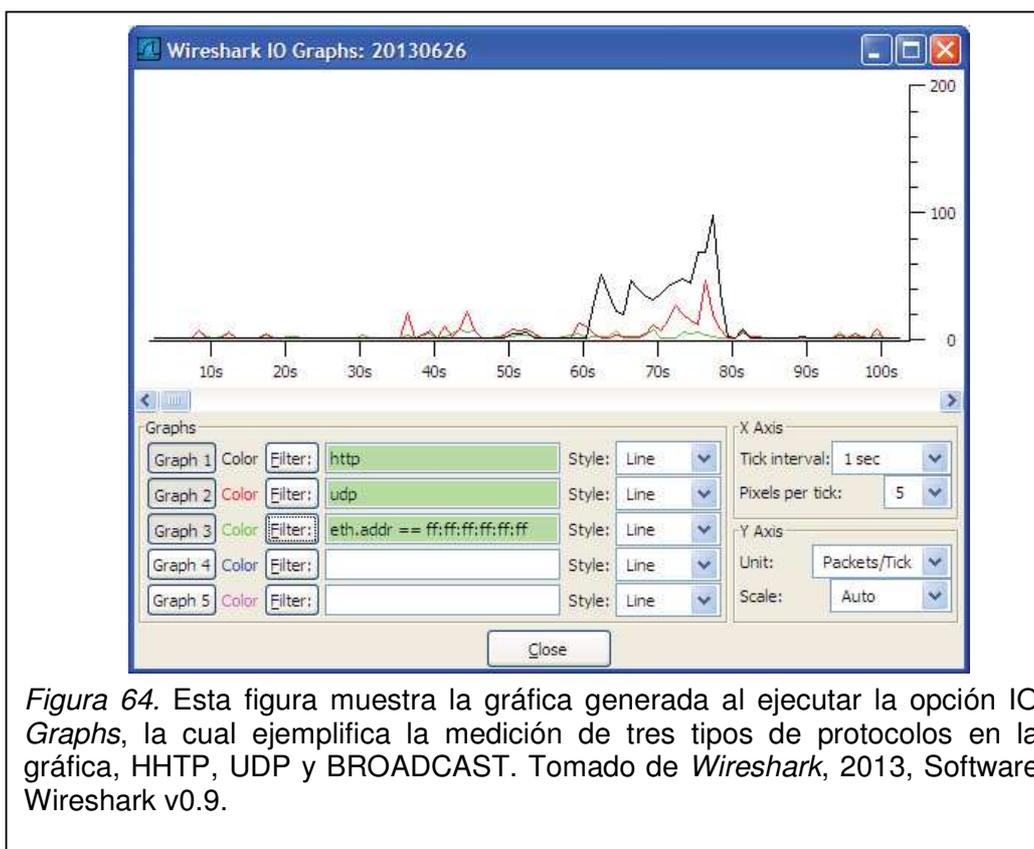
IPv4. Número de conversaciones 417, los campos existentes en este tipo de conversaciones son: Dirección IP de Origen, Dirección IP Destino, Número de paquetes, Número de Bytes, Paquetes enviados Origen-Destino, Bytes enviados, Paquetes enviados Destino-Origen, Bytes enviados Destino-Origen.

IPX. Número de conversaciones 1, los campos existentes en este tipo de conversaciones son: Dirección MAC Origen, Dirección MAC Destino, Cantidad de paquetes, Cantidad de Bytes, Paquetes enviados Origen-Destino, Bytes enviados Origen-Destino, Paquetes enviados Destino-Origen, Bytes enviados Destino-Origen.

TCP. Número de conversaciones 767, los campos existentes en este tipo de conversaciones son: Dirección IP de Origen, Puerto Origen, Dirección IP Destino, Puerto Destino, Número de paquetes, Número de Bytes, Paquetes enviados Origen-Destino, Bytes enviados Origen-Destino, Paquetes enviados Destino-Origen, Bytes enviados Destino-Origen.

UDP. Número de conversaciones 1005, los campos existentes en este tipo de conversaciones son: Dirección IP de Origen, Puerto Origen, Dirección IP Destino, Puerto Destino, Número de paquetes, Número de Bytes, Paquetes enviados Origen-Destino, Bytes enviados Origen-Destino, Paquetes enviados Destino-Origen, Bytes enviados Destino-Origen.

Grafica de medición de tráfico. Con el objetivo de definir una comparativa entre el tráfico generado por medio de los protocolos HTTP, UDP y Ethernet Broadcast, se ha enviado una solicitud a la opción gráfica de Wireshark por medio de la opción *Statistics* y generando los tres filtros que involucren a los protocolos requeridos, como se muestra en la figura 51.



Se ha establecido que el grafico permita visualizar tres parámetros de gráfica, los mismos que se diferencian por colores, siendo así:

- **HTTP** – Negro
- **UDP** – Rojo
- **BROADCAST** – Verde

5. Conclusiones y Recomendaciones.

5.1 Conclusiones

En la actualidad el diseño de una red de telecomunicaciones deber ser analizado de una manera completa, considerando los diferentes factores que se han contemplado en este proyecto, partiendo desde el ámbito de consideración de estándares hasta la aplicación de cada uno de los pasos de la metodología que abarca el análisis de datos.

Es funcional e importante efectuar una documentación completa relacionada con el comportamiento existente de una red con infraestructura ya implementada o con una definición óptima de resultados de medición para una infraestructura nueva.

El entorno de implementación de una infraestructura implicará en todo momento la compatibilidad entre los análisis previos de hardware y software, lo involucrado a hardware abarca la utilización de elementos certificados de infraestructura de red, con relación a software es importante ejecutar medición de carga de datos inicialmente sin colaboradores operativos, únicamente se evaluará la infraestructura.

Es importante señalar que la herramienta utilizada en este análisis ha sido aprovechada de una manera estándar, pudiendo definir que en el mercado existen mecanismos o programas adicionales los cuales poseen funcionalidades aún más avanzadas para el análisis de datos.

La metodología estructurada permitirá definir un plan de acción, que en primer lugar efectuará una medición de la carga de datos dentro de una infraestructura requerida y a continuación verificará el volumen de paquetes y tipo de tráfico existente.

5.2 Recomendaciones

Es importante identificar el volumen de tráfico existente y generado por cada una de las aplicaciones que la institución analizada genera, esto permitirá una diferenciación en los períodos de saturación durante las jornadas de trabajo.

En el tipo de recolección de datos para análisis, por defecto se establece la recopilación completa de todos los paquetes, ante esto es recomendable establecer en primer lugar filtros de captura. Los mismos que evidenciarán una recopilación más resumida de los paquetes que son en realidad importantes para la búsqueda de incidentes o cuellos de botella.

En la actualidad el flujo de información requerida por medio del protocolo HTTP es tan elevado en algunas instituciones, que en ocasiones su porcentaje de utilización dentro del canal ocupa más del 60%, ante esto es necesario definir políticas para las solicitudes de este protocolo, en vista de que es posible la habilitación de audio y video en línea, lo cual produce una saturación del canal de transmisión de datos afectando directamente al resto de colaboradores.

REFERENCIAS

- Alvarez, S. (2006) QoS for IP/MPLS Networks. Indianapolis, United States of America. Cisco Press Editors.
- Belden, C. (2013) Network Products Belden. Hirschmann, Germany. Web site www.belden.com/products
- Borja, M. (2011). Análisis de tráfico con Wireshark (2ª. Ed.). Valencia, España. Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación Ediciones.
- Briceño, J. (2005). Transmisión de Datos (3ª Ed.). Mérida, Venezuela. Publicaciones de la Facultad de Ingeniería Eléctrica.
- Carrión, H. (2007). Regulación e Inversión en telecomunicaciones. Quito, Ecuador. Centro de Investigación de la Sociedad de la Información Ediciones.
- Castillo, J. (2009). Los Incas y sus contemporáneos. Lima, Perú. Dirección general de Bibliografía Nacional y Ediciones.
- Dodd, A. (2012). The Essential Guide to Telecommunications (5th. Ed). Washington, United States of America. Prentice Hall Editors.
- Docampo, G. (2000). La radio antigua. Barcelona, España. Marcombo Boixareu Editores
- Elahi, A. (2001). Network Communications Technology. London, England. Cengage Learning Editors.
- Forouzan, B. (2007). Data Communications and Networking (4th. Ed.). New York, United States of America. Mc Graw Hill Editors.
- Green, J. (2000). The Irwin Handbook of Telecommunications (1st. Ed.). Estocolmo, Suecia. McGraw Hill Professional Editors.
- Held, G. (1998). Data Communications Networking Devices (3rd. Ed.). New York, United States of America. Wiley Editors
- Herrera, E. (2003). Tecnologías y Redes de Transmisión de Datos. Mexico D.F., Mexico. Editorial Limusa.
- Mattelart, A. (2000). La Comunicación – Mundo. Buenos Aires, Argentina. Siglo Veintiuno Editores.

- Laferriere, J. (2011). Reference Guide to fiber Optic Testing (2nd. Ed.). Saint Ettiene, Francia. Uniphase Corporation.
- Parker, T. (1997). Aprendiendo TCP/IP (2^a. Ed.). Mexico D.F., Mexico. Prentice Hall Ediciones.
- Sattárov, D. (2008). Fibroóptica. Moscú, Rusia. Ediciones Mir.
- Superintendencia Telecomunicaciones (2012). Plan Operativo Anual 2012. Quito, Ecuador. Documentos en línea Superintendencia de Telecomunicaciones
- Taub, H. (2008). Principles of Communication Systems. New York, United States of America. McGraw Hill Editors.
- Tanenbaum, A. (2003). Computer Networks (4th. Ed.). New Jersey, United States of America. Prentice Hall Editors.
- Tomasi, W. (2003). Sistemas de Comunicaciones Electrónicas (4ta. Ed.). Mexico D.F., Mexico. Pearson Educación de Mexico Ediciones.
- Muñoz, J., Rendón O., Pabón F., Guaca, J. (2012). Tecnologías para el Desarrollo de Servicios Convergentes. El Cauca, Colombia. Universidad del Cauca Ediciones.
- ITU, T. (2008) Recomendación UIT-T. Geneva, Suiza. Ediciones UIT.
- Wong, J. (2003). Computer Networking and Data Communication. Hong Kong, República Popular China.