

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA.**

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE VOZ Y DATOS PARA LA
UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL QUITUMBE UTILIZANDO LA
TECNOLOGÍA GIGABIT ETHERNET PARA SOPORTAR
SERVICIOS EN TIEMPO REAL DE VOIP, VIDEOSEGURIDAD Y
VIDEOCONFERENCIA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN**

DIEGO VINICIO SOLANO POZO

diego_sol15@hotmail.com

DIRECTOR: ING. CARLOS HERRERA

carlos.herrera@epn.edu.ec

Quito, junio 2009.

PRESENTACIÓN

En este siglo de grandes avances tecnológicos el uso de las computadoras ha sido generalizado y las redes de computadoras han tenido un crecimiento sostenido en los últimos años, en donde cada vez un mayor número de instituciones educativas, dependen de gran número de procesos y operaciones para lo cual no se encuentran debidamente preparados y con frecuencia no es planeado.

Actualmente la comunicación entre los diferentes departamentos de cualquier institución educativa es parte esencial para tener un buen funcionamiento, el mantener el contacto entre sus diferentes partes ayudará a mejorar los procedimientos internos de dicha institución, además garantizar la optimización en tiempo y elevar los niveles de eficiencia y eficacia.

El diseño de una red local en una institución no debe dejarse a la improvisación, sino que debe ser el producto de un análisis pormenorizado de las necesidades requeridas por la institución en cuestión; y tiene que seguir una serie de criterios de calidad y funcionalidad mínimos a la hora de su implementación o instalación física. En definitiva, el objetivo tiene que ser una red estable, fiable, segura y escalable, es así que la Unidad Educativa Municipal Quitumbe no posee la documentación sobre la topología, características, cableado estructurado, equipos y elementos de red, por lo que se iniciará con la recopilación de datos, esquematización del lugar y ubicación de los equipos, estudio de los requerimientos así como de las necesidades de cada una de las áreas que nos servirá de base para el rediseño del modelo de red existente, aprovechando los recursos disponibles y adquiriendo los nuevos equipos necesarios para el correcto funcionamiento de la red de datos sin dejar de lado su permanente expansión.

Es importante que los niños, jóvenes, padres de familia y maestros tengan acceso a aplicaciones y servicios como correo electrónico, mensajería instantánea, chat, Video conferencia, Video Seguridad, bibliotecas virtuales, sitios web, etc.; que hoy

en día representan las herramientas más utilizadas y que nos permiten interactuar directamente en todo ámbito.

Además esta creciente expansión de las redes de comunicaciones hace necesario la adopción de políticas y herramientas de seguridad que protejan tanto los datos transmitidos como el acceso a los elementos de la red de los posibles ataques que pueda sufrir la red tanto internamente como externamente.

DECLARACIÓN

Yo, Diego Vinicio Solano Pozo, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Diego Solano.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida y lograr otra meta más en mi carrera.

A mis padres Dora y Jacinto, a quienes agradezco de todo corazón por su amor, cariño y comprensión sin condiciones ni medida. Gracias por guiarme sobre el camino de la educación. En todo momento los llevo conmigo.

A mis hermanos Wilson y Javier, por sus comentarios, sugerencias y opiniones. Además de ser unos buenos amigos son la mejor compañía para compartir un mismo techo.

A mi esposa Marthy, por brindarme todo su amor, apoyo y comprensión. Gracias por escucharme y brindarme tus consejos. Gracias por ser parte de mi vida; eres lo mejor que me ha pasado.

A mi cuñada Mónica, por brindarme su cariño, apoyo y sugerencias.

A mis amigos, por sus consejos, enseñanzas y ayuda durante el proceso de desarrollo del proyecto de titulación.

A mi director Ing. Carlos Herrera, por su paciencia y asesoramiento científico que sirvieron para poder culminar este proyecto de titulación.

A mis maestros, que participaron en mi desarrollo profesional durante mi carrera, sin su ayuda y conocimiento no estaría donde me encuentro ahora.

DEDICATORIA

Éste Proyecto de Titulación dedico con mucho cariño a mis padres Dora y Jacinto por darme una carrera para mi futuro y creer en mí, por estar apoyándome y brindándome todo su amor.

A mi esposa Marthy y mi hija Daniela que está por nacer, las quiero con todo mi corazón.

A mis hermanos Wilson y Javier por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A mi cuñada y sobrinos por siempre estar conmigo.

ÍNDICE.

CAPÍTULO 1	1
CONCEPTOS DE REDES DE DATOS	1
1.1 TECNOLOGÍA GIGABIT ETHERNET	1
1.1.1 ARQUITECTURA	1
1.1.2 CAPA FÍSICA	3
1.1.2.1 1000 Base-X	3
1.1.2.2 1000 Base-T	5
1.1.3 CAPA CONTROL DE ACCESO AL MEDIO (MAC)	6
1.1.3.1 Extensión de Portadora	7
1.1.3.2 Ráfagas de tramas	8
1.1.4 INTERFAZ GIGABIT INDEPENDIENTE DEL MEDIO (GMII)	8
1.1.4.1 PCS (Subcapa de Codificación Física)	9
1.1.4.2 PMA (Enlace del Medio Físico)	9
1.1.4.3 PMD (Independiente del Medio Físico)	9
1.1.5 TOPOLOGÍAS	9
1.1.5.1 Conexión Servidor - Switch	10
1.1.5.2 Migración Conexión Switch - Switch	10
1.1.5.3 Migración del Backbone Fast Ethernet	11
1.1.5.4 Migración del Backbone FDDI Compartido	12
1.1.5.5 Estaciones de trabajo de alto rendimiento	13
1.2 SERVICIOS DE TIEMPO REAL	13
1.2.1 SERVICIO DE VOZ SOBRE IP (VoIP)	14
1.2.1.1 Estándar H.323	14
1.2.1.2 Componentes	14
1.2.1.3 Protocolos en H.323	15
1.2.1.4 Estándar SIP	17
1.2.1.5 Ventajas de Voz sobre IP	20
1.2.2 SERVICIO DE VIDEO SEGURIDAD	21
1.2.3 SERVICIO DE VIDEOCONFERENCIA	22
1.2.3.1 Tipos de Videoconferencia	22
1.2.3.2 Componentes de una Videoconferencia	23
1.2.3.3 Estándar H.320	24
1.3 ADMINISTRACIÓN DE RED	26
1.3.1 ELEMENTOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE RED	27
1.3.2 OPERACIONES DE LA ADMINISTRACIÓN DE RED	27
1.3.2.1 Administración de fallas	28
1.3.2.2 Administración de cambios	28
1.3.2.3 Administración del comportamiento	28
1.3.2.4 Servicios de contabilidad	28
1.3.2.5 Control de inventarios	29
1.3.2.6 Seguridad	29
1.4 SEGURIDAD DE RED	29
1.4.1 NORMA ISO 17799	30
1.4.1.1 Áreas de Control	31
1.4.1.2 Ventajas de la Norma ISO 17799	32

CAPÍTULO 2	33
ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED.	33
2.1 ANTECEDENTES.	33
2.2 UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL QUITUMBE.	33
2.2.1 MISIÓN.	34
2.2.2 VISIÓN.	35
2.3 ALCANCE DEL PROYECTO.	35
2.4 ESTUDIO DEL ESTADO LA RED ACTUAL.	36
2.4.1 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS.	38
2.4.2 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE VOZ.	40
2.4.3 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DATOS.	42
2.4.3.1 Análisis de la red LAN.	42
2.4.3.1.1 Medios de Transmisión.	42
2.4.3.1.2 Topología Física.	46
2.4.3.1.3 Esquema Lógico de la red LAN.	52
2.4.3.1.4 Aplicaciones.	55
2.4.3.1.5 Políticas de Administración y Seguridad.	59
CAPÍTULO 3	60
DISEÑO DE LA RED GIGABIT ETHERNET DE VOZ Y DATOS.	60
3.1 SERVICIOS BRINDADOS POR LA INTRANET.	60
3.1.1 SERVICIO DE INTERNET.	60
3.1.2 VOZ SOBRE IP (VoIP).	61
3.1.3 VIDEOCONFERENCIA.	62
3.1.4 VIDEOSEGURIDAD.	63
3.1.5 SERVICIO DE CORREO ELECTRÓNICO.	63
3.1.6 SERVICIO DE CHAT.	64
3.1.7 SERVICIOS VARIOS.	64
3.2 ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS.	64
3.2.1 RED DE DATOS.	64
3.2.1.1 Distribución Física de las Áreas de Trabajo.	65
3.2.1.1.1 Módulo Quitumbe.	65
3.2.1.1.2 Módulo Juan Montalvo.	67
3.2.1.1.3 Módulo Caspicara.	67
3.2.1.1.4 Módulo Eugenio Espejo.	67
3.2.1.1.5 Módulo Eloy Alfaro.	67
3.2.1.1.6 Edificio Nuevo.	67
3.2.1.2 Grupos de Trabajo.	68
3.2.1.3 Aplicaciones	68
3.2.1.4 Cableado Estructurado	70
3.2.2 RED DE VOZ.	72
3.2.2.1 Número y Tipos de usuarios.	72
3.2.2.2 Proyección de crecimiento.	73
3.2.2.3 Circuitos troncales hacia la PSTN.	73
3.3 DISEÑO DE LA RED DE VOZ Y DATOS.	75
3.3.1 CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO.	75
3.3.2 CONEXIÓN A INTERNET.	82
3.3.3 TECNOLOGÍA DE RED.	83
3.3.4 DISEÑO DE LA RED PASIVA.	83

3.3.4.1	Distribución de los puntos de red.....	83
3.3.4.1.1	<i>Ubicación de los puntos de red de las cámaras IP.</i>	83
3.3.4.1.2	<i>Determinación del número de puntos de red totales.</i>	88
3.3.4.2	Diseño del cableado estructurado.	88
3.3.4.2.1	<i>Diseño del cuarto de telecomunicaciones.</i>	88
3.3.4.2.2	<i>Diseño de la sala de equipos.</i>	89
3.3.4.2.3	<i>Cableado Horizontal.</i>	90
3.3.4.2.4	<i>Cableado vertical.</i>	92
3.3.4.2.5	<i>Selección de los Racks.</i>	93
3.3.4.2.6	<i>Etiquetación.</i>	98
3.3.4.2.7	<i>Pruebas de certificación.</i>	100
3.3.5	DISEÑO DE LA RED ACTIVA.	101
3.3.5.1	Estaciones de trabajo.....	101
3.3.5.2	Servidores.	102
3.3.5.2.1	<i>Determinación del número de servidores.</i>	102
3.3.5.3	Equipos activos de red.....	104
3.3.6	DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA.	106
3.3.7	DISEÑO LÓGICO.....	108
3.3.7.1	Diseño de VLANs.....	108
3.3.7.2	Asignación de IPs.....	108
3.3.8	ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD DE LA RED.	109
3.3.8.1	Administración de la Red.	109
3.3.8.2	Seguridad de la Red.	110
CAPÍTULO 4	.....	116
ESTUDIO DE COSTOS.	.....	116
4.1	COSTOS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN.....	116
4.1.1	RED PASIVA.....	116
4.1.1.1	Determinación de materiales a utilizarse.....	116
4.1.1.2	Costos de los materiales a utilizarse.....	118
4.1.2	RED ACTIVA.	121
4.1.2.1	Costos de los Servidores.....	121
4.1.2.2	Selección de equipos activos para la red de datos.	122
4.1.3	OTROS EGRESOS.....	126
4.2	COSTOS DE OPERACIÓN.	126
4.3	COSTO TOTAL.....	128
CAPÍTULO 5	.....	130
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	.....	130
5.1	CONCLUSIONES.....	130
5.2	RECOMENDACIONES.....	134
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	.....	136
ANEXOS	.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.1. Stack de protocolos de Gigabit Ethernet.....	2
Figura 1.2. IEEE 802.3z Gigabit Ethernet relacionado al modelo OSI.....	3
Figura 1.3. Familia de la tecnología Gigabit Ethernet.....	5
Figura 1.4. Especificaciones de distancias.....	6
Figura 1.5. Transmisión utilizando Extensión de Portadora.....	7
Figura 1.6. Transmisión utilizando Ráfagas de tramas.....	8
Figura 1.7. Conexión Servidor-Switch.....	10
Figura 1.8. Migración Conexión Switch-Switch.....	11
Figura 1.9. Migración del Backbone.....	12
Figura 1.10. Migración de un Backbone FDDI.....	12
Figura 1.11. Migración para estaciones de trabajo de alto rendimiento.....	13
Figura 1.12. Pila de protocolos en VoIP.....	16
Figura 1.13. Mensaje tipo.....	17
Figura 1.14. Protocolos implicados en comunicaciones multimedia.....	19
Figura 1.15. Estándar H.320.....	24
Figura 2.1. Unidad Educativa Quitumbe.....	37
Figura 2.2. Diagrama de la red de voz.....	41
Figura 2.3. Distribución de los equipos del módulo Quitumbe.....	43
Figura 2.4. Distribución de los equipos del módulo Juan Montalvo.....	44
Figura 2.5. Distribución de los equipos del módulo Eugenio Espejo.....	45
Figura 2.6. Distribución de los equipos del módulo Eloy Alfaro.....	46
Figura 2.7. Esquema de distribución de los equipos de comunicación.....	47
Figura 2.8. Esquema de distribución de los equipos de comunicación.....	49
Figura 2.9. Esquema de distribución del equipo de registro de personal.....	50
Figura 2.10. Esquema de distribución de los equipos de comunicación.....	51
Figura 2.11. Esquema lógico de la red LAN del Área Financiera.....	52
Figura 2.12. Esquema lógico de la red LAN.....	53
Figura 2.13. Esquema lógico de la red inalámbrica classmate Intel.....	54
Figura 3.1. Trama Ethernet.....	81
Figura 3.2. Distribución de puntos de red para las cámaras Módulo Quitumbe.....	84
Figura 3.3. Distribución de puntos de red para las cámaras Módulo Juan Montalvo.....	85
Figura 3.4. Distribución de puntos de red para las cámaras Módulo Eloy Alfaro.....	86
Figura 3.5. Distribución de puntos de red para las cámaras Módulo Caspicara.....	87
Figura 3.6. Distribución del Rack MDF Módulo Quitumbe.....	95
Figura 3.7. Distribución del Rack IDF Laboratorio Módulo Quitumbe.....	95
Figura 3.8. Distribución del Rack IDF Módulo Juan Montalvo.....	96
Figura 3.9. Distribución del Rack IDF Módulo Caspicara.....	96
Figura 3.10. Distribución del Rack IDF Módulo Eugenio Espejo.....	97
Figura 3.11. Distribución del Rack IDF Módulo Eloy Alfaro.....	97
Figura 3.12. Distribución del Rack IDF Edificio Nuevo.....	98
Figura 3.13. Distribución de los Access Point.....	107
Figura 3.14. Diagrama topológico integrado de la red Gigabit Ethernet de voz y datos.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Especificaciones de cables de Fibra Óptica	4
Tabla 2.1. Departamento y número de usuarios.	38
Tabla 2.2. Número de usuarios grupo estudiantil.	40
Tabla 2.3. Utilización de aplicaciones por departamento y número de usuarios.	56
Tabla 3.1. Descripción de las aplicaciones.	69
Tabla 3.2. Requerimientos de puntos de red para la Unidad Educativa Quitumbe.	71
Tabla 3.3. Requerimientos de extensiones telefónicas.	73
Tabla 3.4. Proyección de crecimiento de extensiones.	73
Tabla 3.5. Proyección de crecimiento de extensiones.	75
Tabla 3.6. Ancho de Banda por aplicación.	79
Tabla 3.7. Ancho de Banda total de la red interna.	82
Tabla 3.8. Capacidad del enlace de Internet.	82
Tabla 3.9. Número de rollos de cable UTP categoría 6 requeridos.	92
Tabla 3.10. Longitud de fibra óptica y elementos.	93
Tabla 3.11. Dimensiones de los Racks.	94
Tabla 3.12. Colores Etiquetación.	98
Tabla 3.13. Características de los equipos activos de red.	105
Tabla 3.14. Número de equipos de red requeridos.	106
Tabla 3.15. Características de los Access Point.	107
Tabla 3.16. Asignación de direcciones IP.	109
Tabla 4.1. Canaletas a emplearse.	116
Tabla 4.2. Accesorios emplearse.	117
Tabla 4.3. Escalerillas a emplearse.	117
Tabla 4.4. Tomas, cables y conectores a emplearse.	118
Tabla 4.5. Cantidad de Racks con sus componentes.	118
Tabla 4.6. Costos de las canaletas a emplearse.	119
Tabla 4.7. Costos de los accesorios emplearse.	119
Tabla 4.8. Costos de las escalerillas a emplearse.	119
Tabla 4.9. Costos de las tomas, cables y conectores a emplearse.	120
Tabla 4.10. Costos de los racks con sus componentes.	121
Tabla 4.11. Costos de Servidores.	121
Tabla 4.12. Cuadro comparativo de características de equipos Cisco y 3Com.	123
Tabla 4.13. Costos Switch Cisco a emplearse.	124
Tabla 4.14. Cuadro comparativo de características.	124
Tabla 4.15. Costos de las cámaras IP a emplearse.	125
Tabla 4.16. Cuadro comparativo de características.	125
Tabla 4.17. Costos del Access Point a emplearse.	126
Tabla 4.18. Otros egresos.	126
Tabla 4.19. Costo del servicio de Internet.	127
Tabla 4.20. Costo Total.	128
Tabla 4.21. FLUJO DE FONDOS.	129

CAPÍTULO 1

CONCEPTOS DE REDES DE DATOS.

1.1 TECNOLOGÍA GIGABIT ETHERNET.

Se encuentra estandarizado en la norma IEEE 802.3ab sobre cable de cobre UTP categoría 5, 5e y 6 conocida como 1000 BASE-T y en la norma IEEE 802.3z conocida como 1000 BASE-X.

Gigabit Ethernet es una evolución de la tecnología *Ethernet* ofreciendo escalabilidad y flexibilidad para la transmisión de nuevas aplicaciones y tipos de datos a altas velocidades y gran ancho de banda, además soporta diferentes medios físicos con distintos valores de distancia.

1.1.1 ARQUITECTURA¹.

La capa física de la tecnología *Gigabit Ethernet* está conformada por la mezcla de de dos tecnologías como son: IEEE 802.3 *Ethernet* y ANSI X3T11 *Fiber Channel*.

La unión de estas dos tecnologías implica que se puede obtener ventaja del interfaz de capa física de alta velocidad de *Fiber Channel* y mantener el formato de trama de IEEE 802.3 *Ethernet*, conservando la compatibilidad de los medios de comunicación y el uso del método de acceso al medio CSMA/CD en *full duplex*.

Estas condiciones ayudan a minimizar la complejidad de la tecnología resultando una tecnología estable que puede ser rápidamente desarrollada.

En la figura 1.1 se indica los componentes utilizados de cada tecnología para formar *Gigabit Ethernet*.

¹ http://www.cisco.com/warp/public/cc/techno/Inty/etty/ggetty/tech/gigbt_tc.pdf

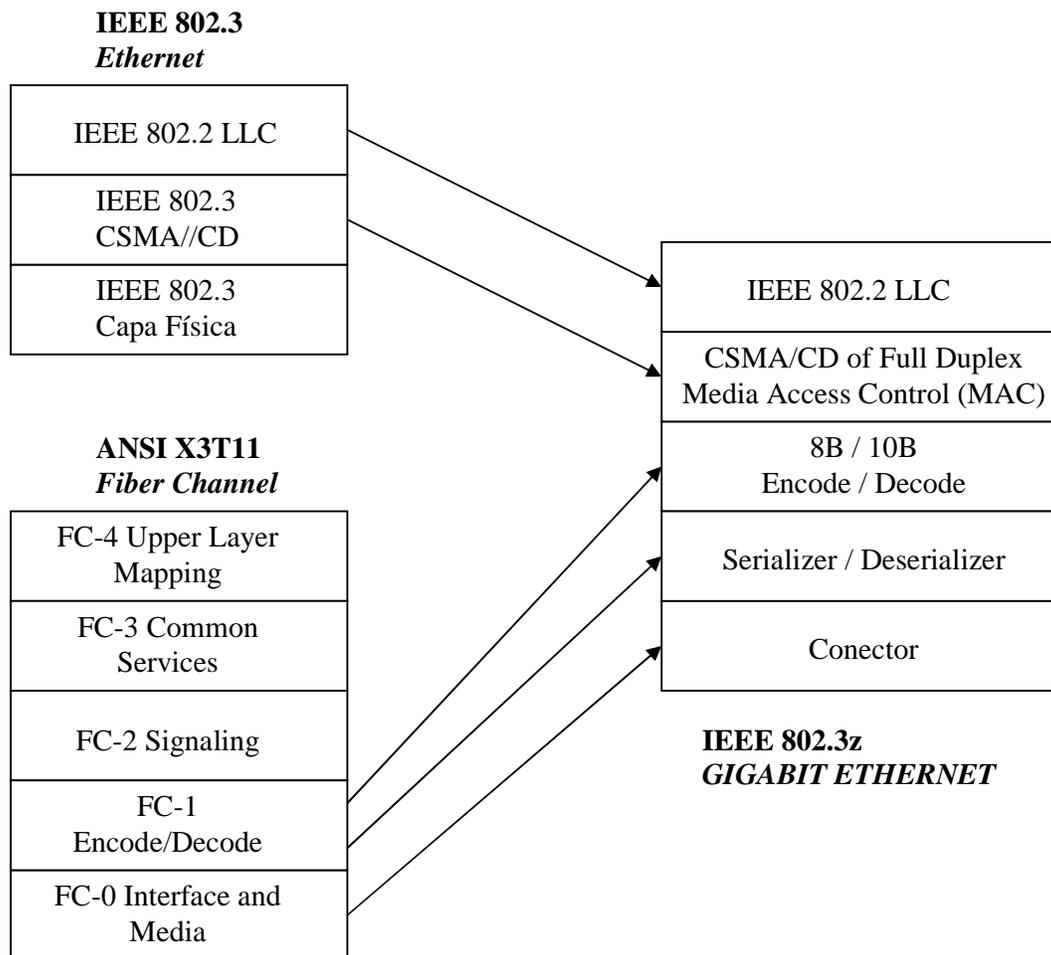


Figura 1.1. Stack de protocolos de Gigabit Ethernet².

En la figura 1.2 se indica el modelo *Gigabit Ethernet* en relación con el modelo OSI.

² http://www.cisco.com/warp/public/cc/techno/Inty/etty/ggetty/tech/gigbt_tc.pdf.

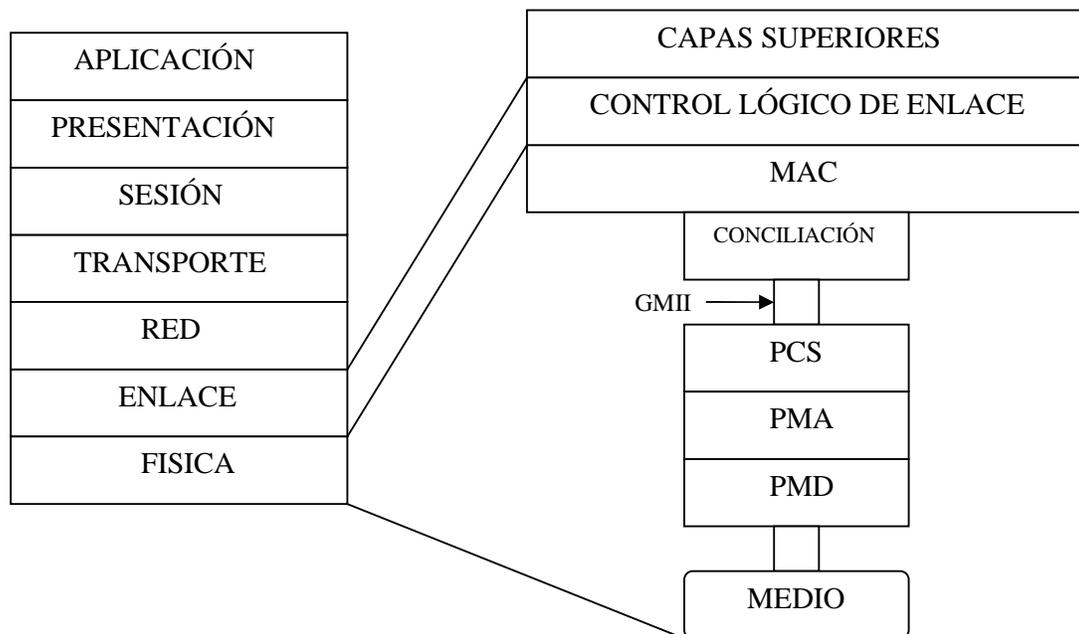


Figura 1.2. IEEE 802.3z Gigabit Ethernet relacionado al modelo OSI³.

1.1.2 CAPA FÍSICA

La capa física de Gigabit Ethernet está formada por un híbrido entre las tecnologías Ethernet y la Especificación de Canales de Fibra ANSI X3T11. Gigabit Ethernet acepta 4 tipos de medios físicos, los cuales son definidos en 802.3z (1000Base-X) y 802.3ab (1000Base-T).

1.1.2.1 1000 Base-X

El estándar 1000 Base-X se refiere a la transmisión sobre el canal de fibra, este canal tiene una arquitectura de 4 capas. Dos capas inferiores del FC-0 (Interfaz y medio de comunicación) y dos capas superiores del FC-1 (Codificador y Decodificador).

Existen 3 tipos de medios de transmisión que son incluidos en el estándar 1000Base-X:

³ http://www.cisco.com/warp/public/cc/techno/Inty/etty/ggetty/tech/gigbt_tc.pdf

1000Base-SX: usa una fibra multimodo de 62.5 μm y 50 μm , con longitudes de onda en la ventana de 850nm, las distancias varían entre 220 y 550 metros de acuerdo al tipo de fibra óptica. Normalmente usa un conector SC

1000Base-LX: puede ser usada tanto monomodo y multimodo, con longitudes de onda en la ventana de 1300nm, fuentes láser. Las distancias varían entre 550 metros y 5000 metros de acuerdo al tipo de fibra óptica utilizada. Normalmente se usa un conector LC.

En la tabla 1.1 se indica las especificaciones de los cables de fibra óptica.

Especificaciones de cable de 1000 Base-LX

TIPO DE CABLE	DIÁMETRO DEL NÚCLEO	ANCHO DE BANDA	LONGITUD MÁXIMA DEL ENLACE
Monomodo	9 micras	N/D	5000 metros
Multimodo	50 micras	400 MHz/Km	550 metros
Multimodo	50 micras	500 MHz/Km	550 metros
Multimodo	62.5 micras	500 MHz/Km	440 metros

Especificaciones de cable de 1000 Base-SX

TIPO DE CABLE	DIÁMETRO DEL NÚCLEO	ANCHO DE BANDA	LONGITUD MÁXIMA DEL ENLACE
Multimodo	50 micras	400 MHz/Km	500 metros
Multimodo	50 micras	500 MHz/Km	550 metros
Multimodo	62.5 micras	160 MHz/Km	220 metros
Multimodo	62.5 micras	200 MHz/Km	275 metros

Tabla 1.1. *Especificaciones de cables de Fibra Óptica*⁴

1000Base-CX: usa un cable par trenzado de cobre (STP) de 2 pares. Normalmente usado para la interconexión de equipos dentro del closet de cableado, pues las distancias son cortas (25 metros) para la operación en el backbone.

⁴ Ing. Hidalgo Pablo, Folleto de redes LAN.

1.1.2.2 1000 Base-T

1000 Base-T emplea como medio de transmisión cable UTP de 4 pares de cobre, se respeta la distancia de 100 metros entre el concentrador y las estaciones. La operación es *full-duplex* y utiliza *Modulación de Amplitud de Pulsos 5* (PAM-5).

En la figura 1.3 se indica la relación de los miembros de la familia *Gigabit Ethernet*.

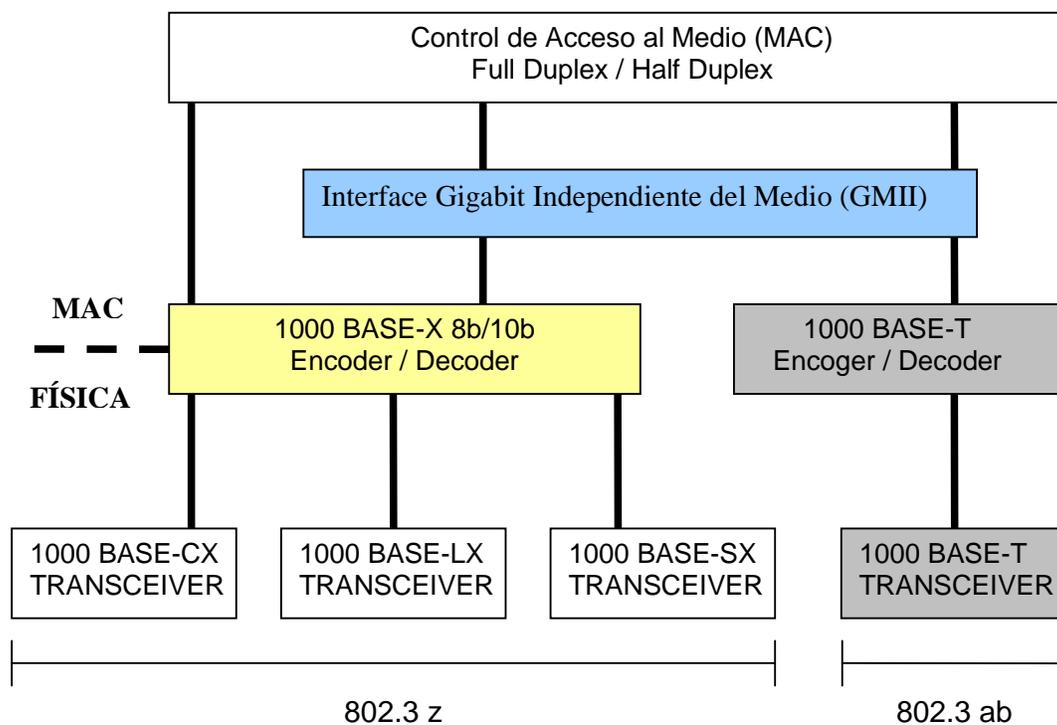


Figura 1.3. Familia de la tecnología Gigabit Ethernet⁵.

En la figura 1.4 se especifica las distancias de alcance de los 4 tipos de medios físicos.

⁵ http://www.ethernetalliance.org/attachments-145_GEA_BASET.PDF

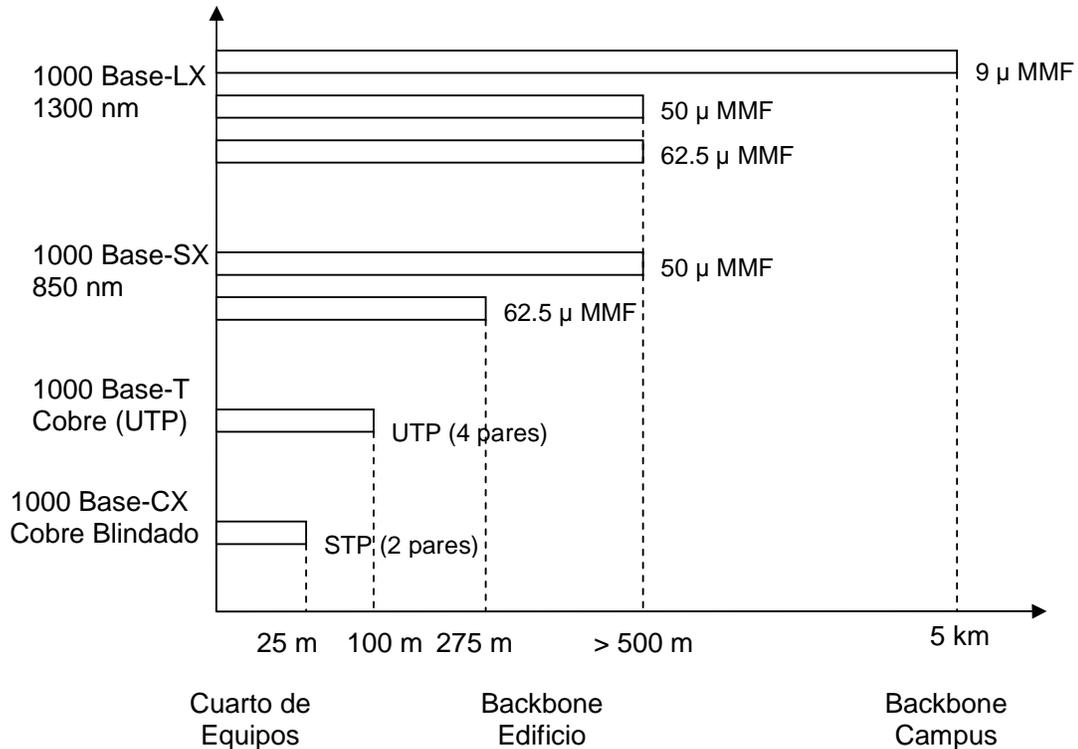


Figura 1.4. Especificaciones de distancias⁶.

1.1.3 CAPA CONTROL DE ACCESO AL MEDIO (MAC).

La capa MAC de *Gigabit Ethernet* usa el mismo protocolo de Ethernet CSMA/CD como usan en 10 y 100 Mbps versiones de IEEE 802.3. La máxima longitud del medio de transmisión está limitada por el protocolo CSMA/CD. Si 2 estaciones detectan el medio desocupado y comienzan la transmisión ocurrirá una colisión.

Ethernet tiene una trama mínima de 64 bytes, la razón de tener un tamaño mínimo en la trama es para prever que las estaciones transmitan una trama antes de que el primer *bit* sea detectado al final del cable, donde este puede colisionar con otra trama. Sin embargo, el tiempo mínimo de detección de colisión, es el tiempo que toma una señal en propagarse desde un extremo a otro del cable. Este tiempo mínimo es llamado *Time Slot*. La métrica usada es el tamaño de slot (*Slot Size*) que es el número de *bytes* que pueden ser transmitidos en un *Time Slot*.

⁶ Ing. Hidalgo Pablo, Folleto de redes LAN.

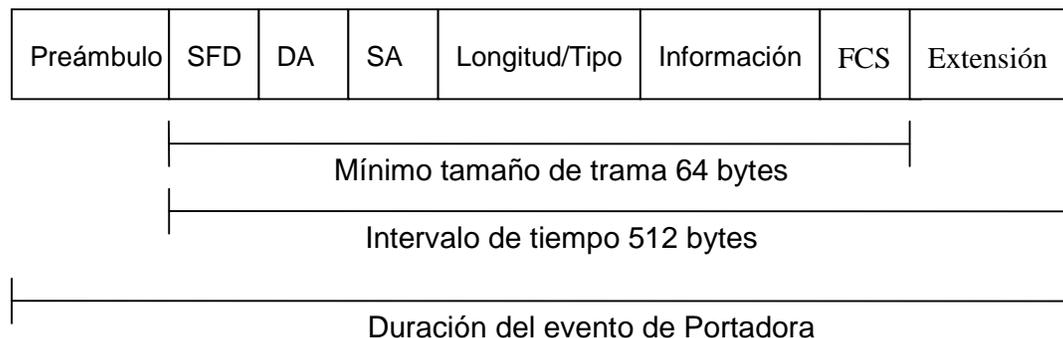
La longitud máxima de un cable en *Ethernet* es de 2.5 Km (con un máximo de 4 repetidores). Como la tasa de *bit* se incrementa hace que aumente la velocidad de transmisión. Como resultado, si el mismo tamaño de la trama y la longitud del cable se mantienen, entonces la estación puede también transmitir una trama a gran velocidad y no detectar una colisión al final del cable. Entonces, uno de los siguientes aspectos se debe realizar:

- a) Mantener una longitud máxima del cable e incrementar el *time slot* (y por eso, un tamaño mínimo en la trama) o,
- b) Mantener un mismo *time slot* y decrementar la longitud del cable o ambos.

1.1.3.1 Extensión de Portadora.

La tecnología *Gigabit Ethernet* mantiene los tamaños mínimos y máximos de las tramas de *Ethernet*, para aumentar la longitud se aumenta la trama de 512 bits (64 bytes) a 512 bytes, en el caso de que la trama sea menor a los 512 bytes se rellenan con símbolos especiales de extensión, es decir que un paquete pequeño puede tener un rendimiento ligeramente mayor que Fast Ethernet.

La Figura 1.5 indica el formato de trama *Ethernet* cuando se usa la Extensión de Portadora.



SFD = Delimitador de trama de inicio.

DA = Dirección Destino.

FCS = Secuencia de chequeo de trama.

SA = Dirección Origen.

Figura 1.5. Transmisión utilizando Extensión de Portadora.

1.1.3.2 Ráfagas de tramas.

IEEE 802.3z introduce la posibilidad de transmitir ráfagas de tramas además de la extensión de portadora, la condición es que solo la primera trama podrá utilizar extensión de portadora. El límite de una ráfaga será de 8192 bytes, este método aumenta el throughput en la transmisión.

En el gráfico 1.6 se indica el formato de la trama utilizando ráfagas de tramas.

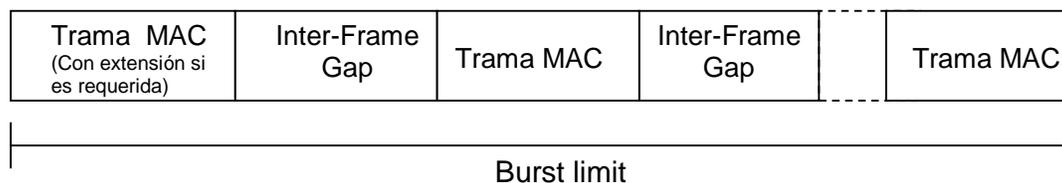


Figura 1.6. Transmisión utilizando Ráfagas de tramas.

1.1.4 INTERFAZ GIGABIT INDEPENDIENTE DEL MEDIO (GMII).

La GMII es la interfaz entre la capa MAC y la capa física, ésta permite interactuar a la capa MAC con gran variedad de medios físicos. La GMII es una extensión de la MII (Interfaz de comunicación Independiente del Medio) usada en *Fast Ethernet*, soporta transmisión de datos de 10, 100 y 1000 Mbps en *Full-Duplex*.

La GMII posee 2 medios de estado de señal: uno indica la presencia de portadora y el otro indica la ausencia de colisiones. La subcapa de conciliación (*Reconciliation Sublayer RS*) encamina las señales que entiende la capa MAC.

Con la GMII es posible conectar diferentes tipos de medios tales como cable UTP, fibra óptica monomodo y multimodo, mientras se sigue usando el mismo control de acceso al medio (MAC).

La GMII está dividida en 3 subcapas: PCS, PMA, PMD.

1.1.4.1 PCS (Subcapa de Codificación Física).

La PCS es la subcapa de la capa GMII que provee una interfaz uniforme para el entendimiento de las capas por todo el medio físico. Usa código 8B/10B empleado por canales de fibra. En estos tipos de códigos 8 bits están representados por 10 bits "grupos de códigos". Algunos grupos de códigos representan datos simbólicos de 8 bits, otros son símbolos de control. Los símbolos de extensión usados en la Extensión de Portadora son un ejemplo de símbolos de control.

Las indicaciones de presencia de portadora y detección de colisión son generadas por esta subcapa. Esta subcapa también maneja los procesos de auto negociación, por el cual la tarjeta de red determina la velocidad de la misma (10, 100 o 1000 Mbps) y el modo de operación (*half-duplex* o *full-duplex*).

1.1.4.2 PMA (Enlace del Medio Físico).

Esta capa se encarga de serializar los grupos de códigos en bits para la transmisión por el medio y deserializa los bits recibidos del medio en grupos de códigos para la subcapa PCS.

1.1.4.3 PMD (Independiente del Medio Físico).

Esta subcapa transmite el medio físico a la subcapa PCS. Esta capa define la señalización de la capa física usada por diferentes medios. La MDI (Interfaz independiente del Medio), la cual es parte de la PMD es la actual Interfaz de la capa física. Esta capa define la capa física de enlace, como los conectores de los diferentes medios de transmisión.

1.1.5 TOPOLOGÍAS.

Gigabit Ethernet es esencialmente una tecnología utilizada como enlace de backbone en una red que demanda un gran ancho de banda, también puede ser

usado entre routers, switches, hubs, repetidores y servidores. Además puede ser usado para conectar servidores y estaciones de trabajo de alto rendimiento.

1.1.5.1 Conexión Servidor - Switch.

La mayoría de las redes tienen centralizados los servidores de archivos y computadores servidor, a estos servidores se instala tarjetas de red *Gigabit Ethernet* y se los conecta a un switch *Gigabit Ethernet*.

En la figura 1.7 se indica el esquema de conexión Servidor - Switch.

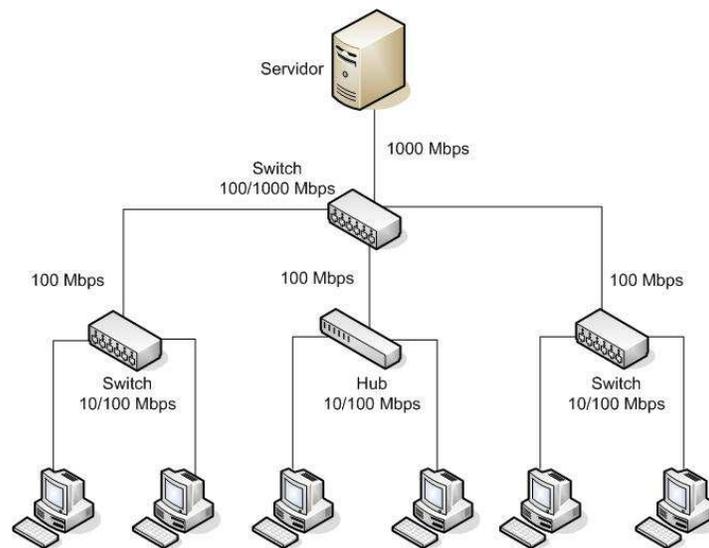


Figura 1.7. Conexión Servidor-Switch.

Un servidor da respuestas a un gran número de clientes, lo cual hace que necesite mayor ancho de banda. Conectando servidores a switches con tecnología *Gigabit Ethernet* ayudaría a los clientes a tener un acceso hacia el servidor a altas velocidades.

1.1.5.2 Migración Conexión Switch - Switch.

Esta topología consiste en migrar los enlaces entre switches *Fast Ethernet* a enlaces entre switches *Gigabit Ethernet*.

En la figura 1.8 se indica el esquema de conexión de la migración Switch – Switch.

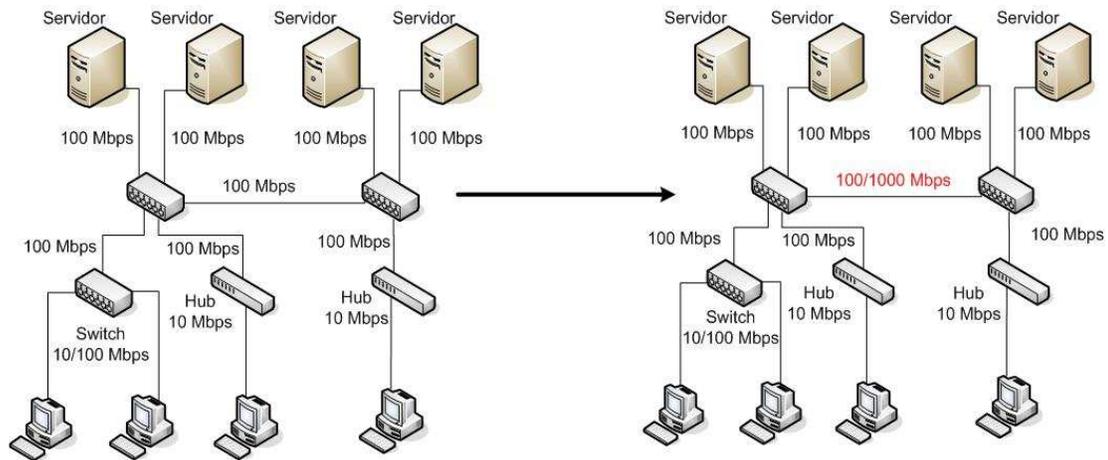


Figura 1.8. Migración Conexión Switch-Switch

1.1.5.3 Migración del Backbone Fast Ethernet.

En un enlace de Backbone *Fast Ethernet* se encuentran múltiples switches 10/100 Mbps. Este enlace puede ser sustituido por un switch *Gigabit Ethernet* soportando múltiples switches 100/1000 Mbps así como routers y concentradores o hubs que tienen interfaces *Gigabit Ethernet*. Una vez que el backbone ha sido sustituido, servidores de alto rendimiento pueden ser conectados directamente al backbone con tarjetas Gigabit Ethernet. Este incrementará el throughput para aplicaciones que requieren mayor ancho de banda.

En la figura 1.9 se indica la migración del Backbone Fast Ethernet.

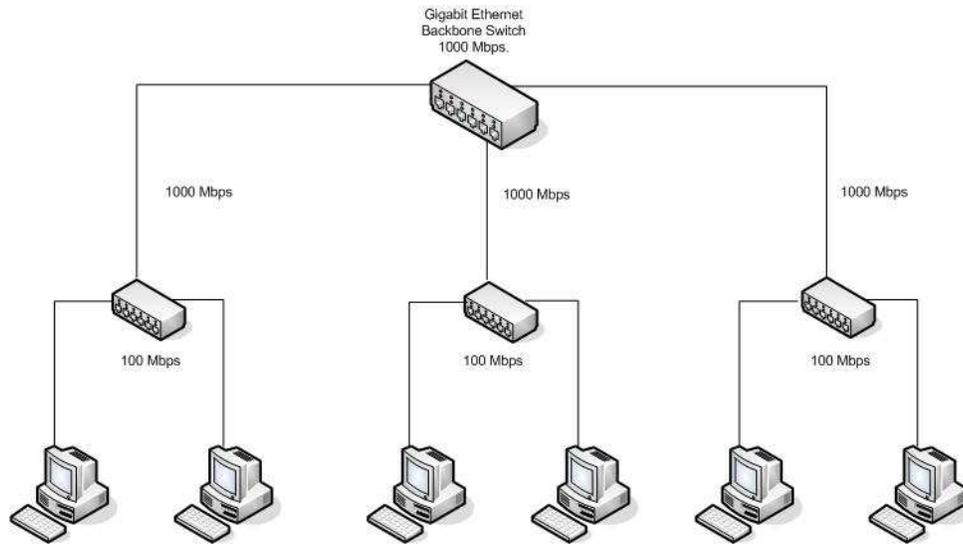


Figura 1.9. Migración del Backbone.

1.1.5.4 Migración del Backbone FDDI Compartido.

Un enlace con tecnología FDDI es común encontrar en un campus o en un edificio, los concentradores FDDI que conforman dicho enlace pueden ser sustituidos por switches o repetidores *Gigabit Ethernet*.

En la Figura 1.10 se indica la Migración del Backbone FDDI compartido.

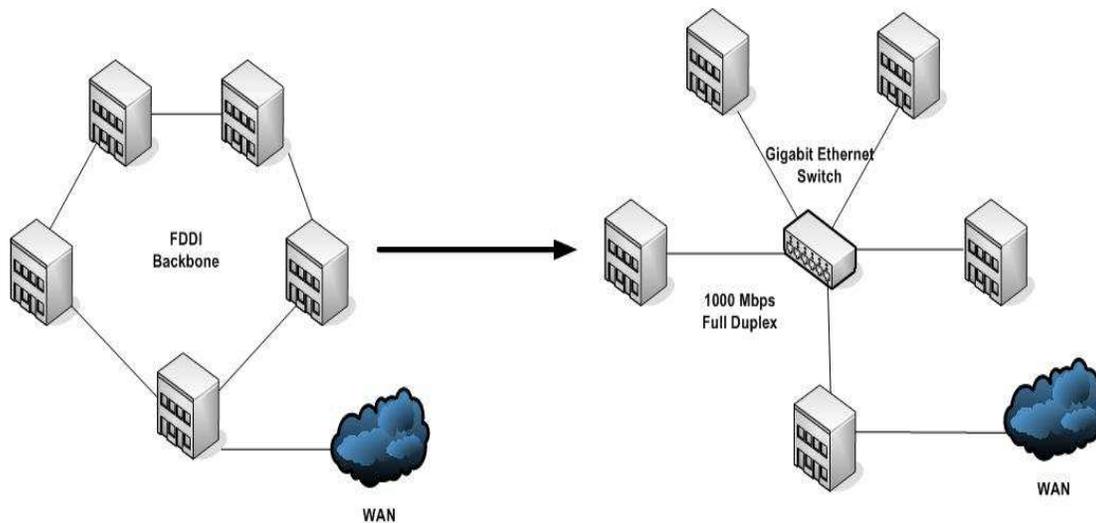


Figura 1.10. Migración de un Backbone FDDI

1.1.5.5 Estaciones de trabajo de alto rendimiento.

Las estaciones de trabajos son cada día más y más poderosas y necesitan conectarse a redes de gran ancho de banda. Tarjetas de red *Gigabit Ethernet* pueden ser usadas para conectar computadores de alto rendimiento con switches *Gigabit Ethernet*.

En la figura 1.11 se indica la conexión de estaciones de trabajo de alto rendimiento.

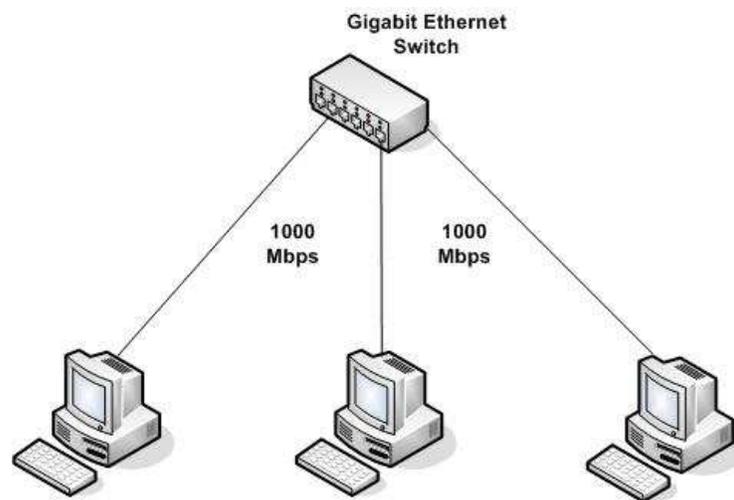


Figura 1.11. Migración para estaciones de trabajo de alto rendimiento.

1.2 SERVICIOS DE TIEMPO REAL.

El crecimiento de las redes IP, tanto localmente como remotamente, el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control y priorización de tráfico, protocolos de transmisión en tiempo real, así como el estudio de nuevos estándares que permitan la calidad de servicio en redes IP, han creado un entorno donde es posible transmitir voz, video y datos sobre IP.

Si a todo lo anterior, se le suma el Internet, junto con el potencial ahorro económico que este tipo de tecnologías acarrearán, la conclusión es que los

servicios en tiempo real hoy en día son una opción, que ofrecen grandes beneficios a la empresas.

1.2.1 SERVICIO DE VOZ SOBRE IP (VoIP)⁷.

Este servicio permite la transmisión de paquetes de voz utilizando las redes de datos, dicha comunicación se lo realiza por medio del protocolo IP, permitiendo de esta manera establecer llamadas de voz y fax sobre conexiones IP.

La transmisión de voz sobre conexiones IP incide en un ahorro efectivo en las llamadas nacionales e internacionales que realizan las diferentes empresas, teniendo una relación de costo / beneficio superior.

El servicio de VoIP se basa en el estándar H.323 de la ITU-T.

1.2.1.1 Estándar H.323.

Este estándar especifica los componentes, protocolos y procedimientos que proveen los servicios de comunicación multimedia (audio, video y datos) en tiempo real sobre una red IP.

1.2.1.2 Componentes.

El estándar H.323 define los siguientes componentes más relevantes:

- **Terminal:** es un extremo de la red que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real con otro terminal H.323, gateway o unidad de control multipunto (MCU). Esta comunicación consta de señales de control, indicaciones, audio, imagen en color en movimiento y/o datos entre los dos terminales. Conforme a la especificación, un terminal H.323 puede proporcionar sólo voz, voz y datos, voz y vídeo, o voz, datos y vídeo.

⁷ Huidobro José, Integración de voz y datos.

- **Gatekeeper (GK):** es una entidad que proporciona la traducción de direcciones y el control de acceso a la red de los terminales H.323, gateways y MCUs. El GK puede también ofrecer otros servicios a los terminales, gateways y MCUs, tales como gestión del ancho de banda y localización de los gateways o pasarelas. El Gatekeeper realiza dos funciones de control de llamadas que preservan la integridad de la red corporativa de datos.
- **Gateway (GW):** es un extremo que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real entre terminales H.323 en la red IP y otros terminales o gateways en una red conmutada. En general, el propósito del gateway es reflejar transparentemente las características de un extremo en la red IP a otro en una red conmutada y viceversa.
- **MCU (Multipoint Control Units):** está diseñada para soportar la conferencia entre tres o más puntos, bajo el estándar H.323, llevando la negociación entre terminales para determinar las capacidades comunes para el proceso de audio y vídeo y controlar la multidifusión.

1.2.1.3 Protocolos en H.323⁸.

El estándar H.323 se apoya en una serie de protocolos que cubren distintos aspectos de la comunicación los cuales se describen a continuación:

- **Direccionamiento:**
 - a) RAS (Registration, Admission and Status). Protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través del Gatekeeper.
 - b) DNS (Domain Name Service). Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS
- **Señalización:**
 - a) Q.931 Señalización inicial de llamada.

⁸ <http://specialsystem.iespana.es/voip.pdf>

- b) H.225 Control de llamada: señalización, registro y admisión, y paquetización / sincronización del stream (flujo) de voz.
- c) H.245 Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales para streams de voz.
- **Compresión de Voz:**
 - a) Requeridos: G.711 y G.723.
 - b) Opcionales: G.728, G.729 y G.722.
- **Transmisión de Voz:**
 - a) UDP. La transmisión se realiza sobre paquetes UDP, pues aunque UDP no ofrece integridad en los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP.
 - b) RTP (Real Time Protocol). Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción.
- **Control de la Transmisión:**
 - a) RTCP (Real Time Control Protocol). Se utiliza principalmente para detectar situaciones de congestión de la red y tomar, en su caso, acciones correctoras.

En la figura 1.12 se especifica los protocolos que conforman el estándar H.323.



Figura 1.12. Pila de protocolos en VoIP.

1.2.1.4 Estándar SIP⁹.

Se trata de un protocolo para el establecimiento de sesiones sobre una red IP. Una sesión que puede soportar desde una llamada telefónica hasta una conferencia multimedia con elementos de colaboración. Está siendo desarrollado por el SIPWG del IETF (RFC 2543, 2543bis). SIP está pensado como un mecanismo para el establecimiento, la terminación y la modificación de sesiones. Se trata de un protocolo basado en el paradigma de petición/respuesta (request-response), al igual que HTTP o SMTP.

SIP maneja mensajes de petición: Request Line + Cabecera + Cuerpo del mensaje, y mensajes de respuesta: Status Line + Cabecera + Cuerpo del mensaje. En ambos casos el cuerpo del mensaje es independiente de SIP y puede contener cualquier cosa. A efectos de estandarización se definen métodos para describir las áreas de especificación; SIP define los siguientes métodos: INVITE, BYE, OPTIONS, ACK, REGISTER, CANCEL, INFO (RFC 2976), COMET, PRACK, SUBSCRIBE/, NOTIFY/, MESSAGE.

En la Figura 1.13 se ilustra un mensaje tipo.

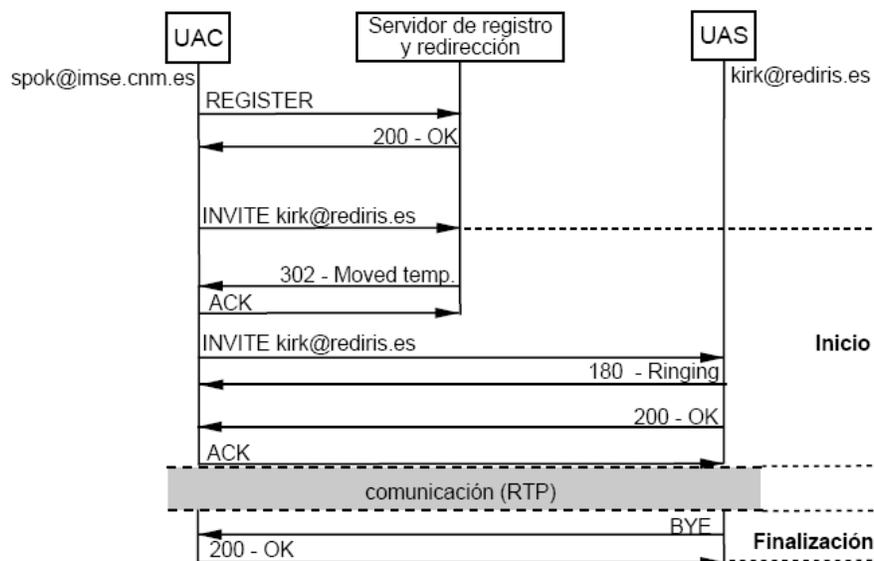


Figura 1.13. Mensaje tipo.

⁹ Huidobro José, Integración de voz y datos.

SIP se puede definir como un protocolo de control, pensado para la creación, modificación y terminación de sesiones, con uno o más participantes. Esas sesiones pueden comprender conferencias multimedia, llamadas telefónicas sobre Internet (o cualquier otra red IP), distribución de contenidos multimedia. Las sesiones pueden realizarse en multicast o en unicast; los participantes pueden negociar los contenidos y capacidades que van a utilizar; soporta movilidad de los usuarios, mediante utilización de proxies.

Las funcionalidades que se le exigen a un protocolo de estas características, son básicamente: La traducción de nombres y la ubicación de usuarios, la negociación de capacidades de cada usuario, la gestión de los usuarios que toman parte en una conferencia (sesión) y la gestión de los cambios en las capacidades de cada participante.

SIP propone la utilización de un direccionamiento análogo al que se usa para el servicio de correo electrónico (e.j. sip:paco@bbva.com). Para la descripción de contenidos, puede utilizar MIME, estándar de facto en Internet; aunque el IETF sugiere, para la descripción de la propia sesión, la utilización de SDP (Session Description Protocol). Al igual que el servicio de correo, utiliza DNS para encontrar el servidor adecuado al que se le debe pasar una determinada petición. Está pensado para ser independiente de los niveles inferiores; sólo necesita un servicio de datagramas no fiable, con lo cual se puede montar sobre UDP o TCP. Sobre ese servicio no fiable se monta un transporte con RTP/RTCP.

La Figura 1.14 indica los protocolos considerados en los aspectos de señalización (H.323, SIP, RTCP), provisión de calidad de servicio (RTCP, RSVP), transporte y encapsulación de contenidos multimedia y/o de medios múltiples (H.261, MPEG/RTP) que aparecen al momento del establecimiento, control y transporte de sesiones, que soportan comunicaciones multimedia entre varios participantes.

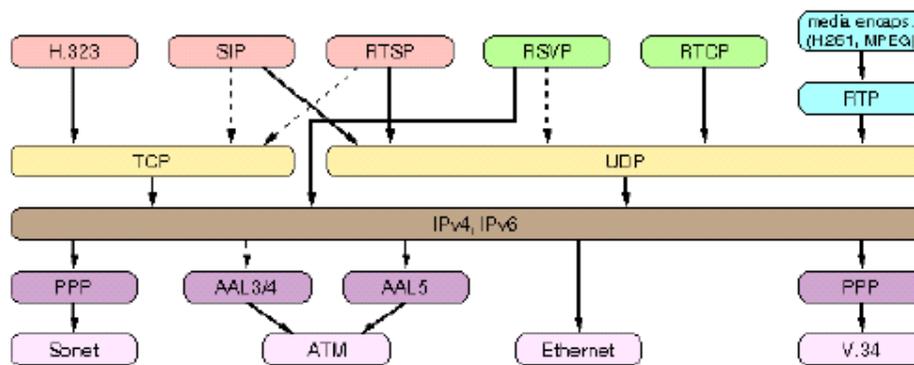


Figura 1.14. *Protocolos implicados en comunicaciones multimedia.*

Arquitectura del estándar SIP

SIP necesita dos componentes básicos: un agente de usuario (UA) y un servidor de red (NS). El agente de usuario, comprende un elemento cliente (UAC, User Agent Client) y un elemento servidor (UAS, User Agent Server). El cliente inicia las llamadas, y el servidor las responde, la idea es realizar llamadas (establecer sesiones 'peer-to-peer', P2P) con un protocolo Cliente/Servidor.

Las funciones principales de los servidores SIP son la resolución de nombres y la ubicación de usuarios. Se comunican con otros servidores pasándose mensajes en base a protocolos NHR¹⁰. Los servidores pueden guardar o no información de estado, dando lugar a dos modos de funcionamiento 'statefull' o 'stateless' respectivamente. Los servidores sin información del estado constituyen lo que se podría denominar el 'backbone' de una infraestructura SIP, mientras que los servidores con información de estado serían los dispositivos más cercanos a los agentes de usuario, que se encargarían del control de los dominios de usuarios.

Otras funcionalidades importantes de los servidores son la redirección (de una petición) y la "distribución" (pueden pasar una llamada a un grupo de usuarios, apropiándose de la sesión el primero que conteste).

¹⁰ Acrónimo anglosajón para Next Hop Routing

Con esos componentes, UAC, UAS y NS, se puede montar una infraestructura básica de SIP; sobre la cual se pueden montar servidores de aplicaciones que podrían alojar módulos de servicio: de mensajería instantánea, de presencia, de control de llamada, perfiles de usuario. Al mismo nivel se supone que interaccionarían con otros servidores de contenidos en una arquitectura distribuida que integraría el balanceo de carga y soportaría la interfaz de gestión.

SIP proporciona los mecanismos necesarios para ofrecer una serie de servicios tales como:

Usuarios

Localización

Disponibilidad y capacidades (servicio de presencia y terminal asociado)

Perfil

Llamadas

Establecimiento

Mantenimiento

Desvíos

Traducción de direcciones.

Entrega de los números llamado y llamante.

Movilidad: direccionamiento único independiente de la ubicación del usuario.

Negociación del tipo de terminal.

Negociación de las capacidades del terminal.

Autenticación de usuarios llamado y llamante.

Incorporación a conferencias multicast.

1.2.1.5 Ventajas de Voz sobre IP.

La Voz sobre IP presenta varias ventajas en todos los aspectos:

- Incremento en la eficiencia reduciendo tiempos y costos.
- Transmisión de voz y datos por la misma red.
- Independencia de tecnologías de transporte.

- Uso de la red IP que se encuentran a nivel universal.
- Mejor dirección de Información y Control.

1.2.2 SERVICIO DE VIDEO SEGURIDAD.

La video seguridad para determinadas aplicaciones en el ámbito de la vigilancia en seguridad y el monitoreo remoto, es un sistema que ofrece a los usuarios la posibilidad de controlar y grabar en vídeo a través de una red IP.

A diferencia de los sistemas de vídeo analógicos, el vídeo IP no precisa cableado adicional, ya que utiliza la red para transmitir la información. El término vídeo IP hace referencia tanto a las fuentes de vídeo como de audio disponibles a través del sistema. En una aplicación de vídeo en red, las secuencias de vídeo digitalizado se transmiten a cualquier punto del mundo a través de una red IP con cables o inalámbrica, permitiendo el monitoreo y grabación por vídeo desde cualquier lugar de la red.

El vídeo IP se clasifica en dos categorías:

- ***Vigilancia y seguridad.***

La avanzada funcionalidad del vídeo IP lo convierte en un medio muy adecuado para las aplicaciones relacionadas con la vídeo vigilancia y seguridad. La flexibilidad de la tecnología digital permite al personal de seguridad proteger mejor a las personas, las propiedades y los bienes.

- ***Monitorización remota.***

El vídeo IP permite a los usuarios la posibilidad de reunir información en todos los puntos clave de una operación y visualizarla en tiempo real, lo que la convierte en la tecnología perfecta para la monitorización remota y local de equipos, personas y lugares.

1.2.3 SERVICIO DE VIDEOCONFERENCIA¹¹.

Por medio de éste servicio multimedia dos o más puntos distantes establecen comunicación con una capacidad de transmisión y recepción de audio y video bidireccional en tiempo real, permitiendo la interacción entre distintas personas o grupos de personas.

Es por lo tanto, un medio usado para establecer reuniones, educación a distancia, diagnósticos médicos, entrevistas, capacitación, entre otros, en el que se involucran el intercambio de datos, imágenes, videos, y prácticamente cualquier tipo de información.

1.2.3.1 Tipos de Videoconferencia.

El servicio de Videoconferencia se puede dividir en diferentes grupos tomando en cuenta algunas variables.

De acuerdo al tipo de equipo a utilizarse para la Videoconferencia:

- **Sistemas para PC:** cuando dos personas se comunican entre sí, transmitiendo audio, video y datos.
- **Sistemas de sobremesa:** cuando grupos pequeños se comunican entre sí transmitiendo audio, video y datos.
- **Sistemas de sala:** es una conferencia en la cual participan un gran número de personas transmitiendo audio, video y datos.

En función del número de sitios enlazados:

- **Punto a Punto:** cuando dos sitios son los enlazados entre los que se realiza la videoconferencia.
- **Multipunto:** cuando son más de dos los sitios enlazados.

Según el tipo de participación:

- **Uno a Uno:** es una videoconferencia en la que actúan dos participantes.

¹¹ Huidobro José, Integración de voz y datos.

- **Uno a varios:** situación en la que una persona transmite información al resto de participantes, pero los demás no retroalimentan información.
- **Varios a varios:** es una videoconferencia con más de dos personas en la que todos envían y reciben información.

Según la tecnología que se usa:

- **ATM:** permite una transmisión con alta calidad.
- **RDSI:** Utiliza la red telefónica para realizar la videoconferencia.
- **H.323:** Sistema de videoconferencia que utiliza Internet como medio de transmisión, pensado para ser utilizado por usuarios finales.
- **MBone:** Sistema de videoconferencia sobre la red IP Multicast.

1.2.3.2 Componentes de una Videoconferencia.

La videoconferencia suele subdividirse en tres elementos básicos que son:

- La red de comunicaciones,
- La sala de videoconferencia y
- El CODEC.

A su vez la sala de videoconferencia se subdivide en cuatro componentes esenciales: el ambiente físico, el sistema de video, el sistema de audio y el sistema de control.

Otra forma de realizar videoconferencias es a través de la red IP, para lo cual se necesita componentes básicos tanto de hardware como de software, los cuales se describen a continuación:

- Conexión a Internet ya sea mediante MODEM o una línea digital RDSI, ADSL o LAN.
- Una tarjeta de video.
- Una tarjeta de sonido recomendable *full duplex*.

- Una cámara web.
- Un micrófono.
- Software adecuado para videoconferencias.

1.2.3.3 Estándar H.320.

La estándar internacional H.320 define un conjunto de normas para asegurar la interoperabilidad entre equipos de videoconferencia, entre las funciones de la recomendación H.320 se encuentran la definición de las fases del establecimiento de una llamada y la definición de 16 tipos diferentes de terminales audiovisuales y de sus respectivos modos de operación.

La figura 1.15 describe el conjunto de normas que se relacionan con el estándar H.320.

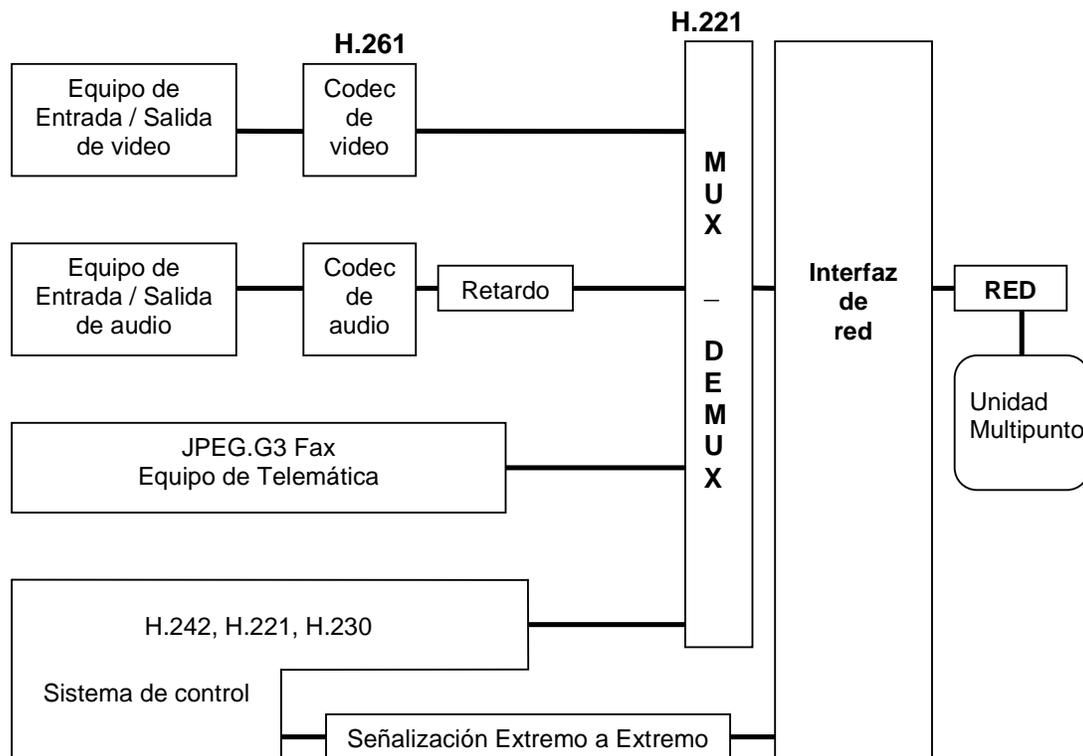


Figura 1.15. Estándar H.320

- **Estándar H.261:** Si la señal estándar de vídeo fuera digitalizada empleando el método común PCM (Modulación por codificación de pulsos) de 8 bits, se requeriría de un ancho de banda de aproximadamente 90 Mbps para su transmisión. Las tecnologías de video compresión se emplean para reducir este valor a los valores primarios (1544 Mbps y 2048 Mbps), o a valores básicos (64 Kbps o múltiplos de éste). La función de compresión es ejecutada por un vídeo codec (Codificador, Decodificador), H.261 es recomendada para los codecs de videoconferencia.

Existen estándares que se relacionan con el estándar H.261 los cuales se describen a continuación:

- **Estándar H.221:** El propósito de ésta recomendación es definir la estructura de la trama de comunicaciones para los teleservicios audiovisuales en un canal de 64 Kbps múltiple ó sencillo ó canales de 1536 Kbps y 1920 Kbps, los cuales hacen el mejor uso de las propiedades y características de los algoritmos de codificación de audio y vídeo, de la estructura de trama de comunicaciones y de las recomendaciones existentes.
- **Estándar H.230:** se dedica al control síncrono de trama e indicadores de señales para sistemas audiovisuales. Los servicios audiovisuales digitales son provistos por un sistema de transmisión en el cual, las señales relevantes son multiplexadas dentro de un patrón digital. La recomendación H.230 tiene dos elementos primarios. El primero, define a los símbolos de control e identificación (C&I) relacionados al vídeo, audio, mantenimiento y multipunto, el segundo, contiene la tabla de códigos de escape BAS los cuales especifican las circunstancias bajo las cuales algunas funciones C&I son prioritarias y otras opcionales.

En lo que se refiere a la codificación de audio se utiliza los códigos BAS de H.221 los que son usados para la señalización de una amplia gama de modos de codificación de audio posibles. Los modos más prominentes se definen en las recomendaciones G.711 y G.722. La recomendación G.711 (Modulación por

código de pulsos de frecuencias de la voz) es utilizada para la voz y es muestreada a 8.000 muestras/segundo y codificada a 8 bits /muestra para una velocidad de 64 Kbps.

La recomendación G.722 (Codificación de audio de 7 Khz con 64 Kbps) describe las características de un sistema de codificación de audio (50 a 7 000 Hz), el cual puede ser utilizado en una gran variedad de aplicaciones de voz de una mayor calidad. El sistema de codificación utiliza la modulación adaptativa diferencial de la subbanda para pulsos codificados (SB-ADPCM) para una velocidad de 64 Kbps, En la técnica SB-ADPCM utilizada, la banda de frecuencia es dividida dentro de dos subbandas (mayor y menor) y las señales en cada subbanda son codificadas utilizando ADPCM. El sistema tiene tres modos básicos de operación correspondientes a las velocidades de transmisión utilizadas para la codificación de audio de 7 Khz: 64, 56 y 48 Kbps.

G.728 es una nueva recomendación utilizada para la transmisión de voz de buena calidad a 16 Kbps.

1.3 ADMINISTRACIÓN DE RED.

La Administración de Red es un conjunto de técnicas tendientes a mantener una red operativa, eficiente, segura, constantemente monitoreada y con una planeación adecuada y propiamente documentada.

Sus objetivos son:

- Mejorar la continuidad en la operación de la red con mecanismos adecuados de control y monitoreo, de resolución de problemas y de suministro de recursos.
- Hacer uso eficiente de la red y utilizar mejor los recursos, como por ejemplo, el ancho de banda.
- Reducir costos por medio del control de gastos y de mejores mecanismos de cobro.

- Hacer la red más segura, protegiéndola contra el acceso no autorizado, haciendo imposible que personas no autorizadas puedan entender la información que circula en ella.
- Controlar cambios y actualizaciones en la red de modo que ocasionen las menos interrupciones posibles, en el servicio a los usuarios.

1.3.1 ELEMENTOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE RED.

Los elementos involucrados en una administración de red son los siguientes:

- **Objetos:** son los elementos de más bajo nivel y constituyen los elementos administrados.
- **Agentes:** un programa o conjunto de programas que colecciona información de administración del sistema en un nodo o elemento de la red. El agente genera el grado de administración apropiado para ese nivel y transmite información al administrador central de la red acerca de:
 - a) Notificación de problemas.
 - b) Datos de diagnóstico.
 - c) Identificador del nodo.
 - d) Características del nodo.
- **Administrador del sistema:** es un conjunto de programas ubicados en un punto central, al cual se dirigen los mensajes que requieren acción o que contienen información solicitada por el administrador al agente.

1.3.2 OPERACIONES DE LA ADMINISTRACIÓN DE RED.

Las operaciones principales de un sistema de administración de red son las siguientes:

1.3.2.1 Administración de fallas.

Este tipo de administración maneja las condiciones de error en todos los componentes de la red, en las siguientes fases:

- Detección de fallas.
- Diagnóstico del problema.
- Corrección de fallas.
- Seguimiento y control.

1.3.2.2 Administración de cambios.

Este tipo de administración comprende la planeación, la programación de eventos e instalación.

1.3.2.3 Administración del comportamiento.

Tiene como objetivo asegurar el funcionamiento óptimo de la red, lo que incluye: el número de paquetes que se transmiten por segundo, tiempos pequeños de respuesta y disponibilidad de la red.

1.3.2.4 Servicios de contabilidad.

Este servicio provee datos concernientes al cargo por uso de la red. Entre los datos proporcionados están los siguientes:

- Tiempo de conexión y terminación.
- Número de mensajes transmitidos y recibidos.
- Nombre del punto de acceso al servicio.
- Razón por la que terminó la conexión.

1.3.2.5 Control de inventarios.

Se debe llevar un registro de los nuevos componentes que se incorporen a la red, de los movimientos que se hagan y de los cambios que se lleven a cabo.

1.3.2.6 Seguridad.

La estructura administrativa de la red debe proveer mecanismos de seguridad apropiados para lo siguiente:

- Identificación y autenticación del usuario, y un password.
- Autorización de acceso a los recursos, es decir, solo personal autorizado.
- Asegurar la confidencialidad en el medio de comunicación y en los medios de almacenamiento, para lo que se utilizan medios de criptografía, tanto simétrica como asimétrica.

Un administrador de red en general, se encarga principalmente de asegurar la correcta operación de la red, tomando acciones remotas o localmente. Se encarga de administrar cualquier equipo de telecomunicaciones de voz, datos y video, así como de administración remota de fallas, configuración rendimiento, seguridad e inventarios.

1.4 SEGURIDAD DE RED.

La seguridad de red comprende mantener bajo protección los recursos y la información que se tiene en la red, a través de procedimientos basados en una política de seguridad los cuales permitan el control sobre los usuarios de la red.

La seguridad también implica el establecimiento de procedimientos y políticas de protección ante accidentes, malos manejos, desastres naturales, para lo cuál se necesita tener planes tales como:

- **Respaldo (Backup):** control de configuración, control de medios (cintas magnéticas, discos, etc).
- Recuperación ante desastres y planes de contingencia.
- Integridad de datos.

Se debe considerar para un plan de seguridad los siguientes aspectos:

- Un balance entre el costo de los elementos de seguridad contra el costo de lo que se está protegiendo.
- Balancear lo probable contra lo posible.
- Balancear las necesidades de la organización contra las necesidades de seguridad.

Se debe de tener muy en cuenta que la seguridad de la información no solo es evitar los ataques externos, sino también los internos ya que generalmente éstos ataques son los más peligrosos.

1.4.1 NORMA ISO 17799¹².

La ISO 17799 ofrece recomendaciones para realizar la gestión de la seguridad de la información dirigidas a los responsables de iniciar, implantar o mantener la seguridad de una organización.

La seguridad de la información se define como la preservación de:

- **Confidencialidad:** Aseguramiento de que la información es accesible sólo para aquellos autorizados a tener acceso.
- **Integridad:** Garantía de la exactitud y completitud de la información y de los métodos de su procesamiento.
- **Disponibilidad:** Aseguramiento de que los usuarios autorizados tienen acceso cuando lo requieran a la información y sus activos asociados.

¹² <http://www.bvindicopi.gob.pe/normas/isoiec17799.pdf>

1.4.1.1 Áreas de Control.

La norma UNE-ISO/IEC 17799 establece 11 áreas de control que cubren por completo la Gestión de la Seguridad de la Información:

- **Política de seguridad:** Dirigir y dar soporte a la Gestión de la seguridad de la información (directrices y recomendaciones)
- **Aspectos organizativos para la seguridad:** Gestión dentro de la Organización (recursos, activos, tercerización, etc.)
- **Clasificación y control de activos:** Inventario y nivel de protección de los activos.
- **Seguridad ligada al personal:** Reducir riesgos de errores humanos, robos, fraudes o mal uso de los recursos.
- **Seguridad física y del entorno:** Evitar accesos no autorizados, violación, daños o perturbaciones a las instalaciones y a los datos.
- **Gestión de comunicaciones y operaciones:** Asegurar la operación correcta y segura de los recursos de tratamiento de información.
- **Control de accesos:** Evitar accesos no autorizados a los sistemas de información (de usuarios, computadores, redes, etc).
- **Desarrollo y mantenimiento de sistemas:** Asegurar que la seguridad está incorporada dentro de los sistemas de información. Evitar pérdidas, modificaciones, mal uso.
- **Gestión de incidentes:** Gestionar los incidentes que afectan la seguridad de la información
- **Gestión de continuidad del negocio:** Reaccionar a la interrupción de las actividades del negocio y proteger sus procesos críticos frente a fallas, ataques o desastres.
- **Conformidad con la legislación:** Evitar el incumplimiento de leyes, regulaciones, obligaciones y de otros requerimientos de Seguridad.

1.4.1.2 Ventajas de la Norma ISO 17799.

La Norma ISO 17799 ofrece las siguientes ventajas en relación a la protección de sistemas informáticos:

- Aumento de la seguridad efectiva de los sistemas de información.
- Correcta planificación y gestión de la seguridad.
- Garantías de continuidad del negocio.
- Mejora continua a través del proceso de auditoría interna.
- Incremento de los niveles de confianza de los clientes y socios de negocios.
- Aumento del valor comercial y mejora de la imagen de la organización.

CAPÍTULO 2

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED.

2.1 ANTECEDENTES.

En vista de su crecimiento y sus necesidades de mejorar las comunicaciones entre los diferentes módulos y departamentos que conforman la Unidad Educativa Quitumbe, requiere realizar un proyecto para diseñar un nuevo y mejorado sistema de comunicaciones, para integrar servicios de transmisión de datos, servicios en tiempo real como voz IP, videoconferencia, video seguridad y que permita optimizar recursos de la institución Educativa, teniendo en cuenta el factor costo-beneficio relacionado al proyecto, todo esto con el fin de mejorar los procedimientos internos de dicha institución y la calidad en la educación.

El primer paso es conocer de una manera clara y precisa las necesidades actuales y futuras que tiene la UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL QUITUMBE, en cuanto a comunicaciones se refiere; esto es, que tipos y volumen de tráfico se van a generar en la red, tomando en cuenta que debe soportar servicios en tiempo real de VoIP, Videoconferencia y Videoseguridad además de las aplicaciones propias que posee el centro educativo.

Luego de conocer estos datos iniciales se podrán esbozar la alternativa para el diseño del sistema de comunicaciones basado en la tecnología *Gigabit Ethernet*.

Para determinar estos datos iniciales de tipos, volúmenes de tráfico, es necesario realizar una breve descripción de la UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL QUITUMBE.

2.2 UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL QUITUMBE¹³.

La UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL QUITUMBE está ubicada en la Av. Morán Valverde y Rumichaca Ñan, es una institución educativa que ofrece una

¹³ Ing. Castro Adriana. Departamento de Sistemas Unidad Educativa Municipal Quitumbe

educación de calidad y calidez a la niñez y juventud de la zona sur de Quito y proyectivamente aspirar a incrementar el área de influencia no solamente a través de la ampliación de su cobertura geográfica y estudiantil, sino a través de la generación e irradiación de propuestas innovadoras que conlleven a un mejoramiento del servicio educativo y sobrepase las expectativas del conglomerado de la ciudad y el país.

Esta Institución Educativa se constituye en noviembre del año 1992, los niveles pre-primario y primario funcionan mediante resolución No. 154 de la Dirección Provincial de Educación de Pichincha del 25 de septiembre de 1992, el slogan es “Formamos talentos humanos para la paz y la vida”.

Es una institución dinámica y en el contexto del plan centenario del Municipio Metropolitano de Quito, se han implementado varios proyectos educativos de innovación, investigación y experimentación, entre los que están:

- Proyecto experimentación de evaluación.
- Escuelas Saludables.
- Nutrición.
- Formación ecológica.
- Padres en el aula.
- Lectura y escritura.
- Arteducarte.
- Classmate (Intel).
- Escuela Primaria internacional.
- Red Educativa.
- Auxiliaturas.
- Quitumbe un lugar para el arte.

2.2.1 MISIÓN.

Formar holísticamente a niños, niñas y jóvenes del Distrito Metropolitano de Quito con calidad y pertinencia desde primero de básica hasta tercero de Bachillerato,

mediante la participación comprometida de la comunidad Quitumbina en los procesos: pedagógicos, administrativos y sociales de la institución.

2.2.2 VISIÓN.

La Unidad Educativa Municipal Quitumbe, es una institución que ofrece educación de calidad, forma ciudadanos: autogestionarios, preactivos y competitivos en el marco de valores y principios humanos, gestores de la transformación socioeconómica y cultural del país.

2.3 ALCANCE DEL PROYECTO.

En el presente Proyecto se realiza una evaluación de la red de datos que actualmente posee la UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL QUITUMBE, luego se realizará un diseño de la red de voz y de datos utilizando la tecnología *Gigabit Ethernet*, tomando en consideración el crecimiento a corto y mediano plazo de la red y los servicios que está debe soportar de Video Seguridad, VoIP, Videoconferencia, Internet, correo, mensajería, entre otros, los cuales serán prestados por un ISP a la Institución Educativa además de las aplicaciones que en ésta institución se encuentran operando.

En el diseño se incluirán esquemas de administración y políticas de seguridad, para asegurar el correcto desempeño de la red diseñada y la protección de la red contra ataques internos como externos.

Se realiza un análisis entre los diferentes equipos existentes en el mercado presentado varias alternativas para su adquisición, tomando en cuenta los que mejor se ajusten al diseño de la red.

También se realiza una descripción de costos de los equipos y medios de transmisión a usarse, con sus respectivas características, alcances y plataformas de cada uno de ellos.

2.4 ESTUDIO DEL ESTADO LA RED ACTUAL¹⁴.

Antes de comenzar con la descripción de los equipos y de la infraestructura actual de la UNIDAD EDUCATIVA MUNICIPAL QUITUMBE, es conveniente realizar un diagrama representativo en el cual se indican las ubicaciones referenciales de cada uno de los módulos, áreas y departamentos que conforman la institución educativa, para luego detallar las actividades que se realizan, y así tener una idea clara de cuales son las funciones de la institución, los servicios que ofrece la red actual y cuales son sus necesidades futuras.

El detalle de las actividades se concentrará en el módulo Quitumbe, debido a que en este módulo está concentrado el personal Administrativo de la Institución Educativa que se encuentra conformado por las áreas de Rectorado, Vicerrectorado, Coordinación Pedagógica, Financiero, Secretaría, Sistemas, Área de Salud Integral, y Auxiliares de Servicios, además se encuentran funcionando las áreas de Enfermería, Odontología, Psicología, Diseño, una sala de profesores, un laboratorio de computo, un laboratorio de Inglés y equipos como una central telefónica y un registrador de asistencia por medio de huellas dactilares.

En el módulo Juan Montalvo se encuentran ubicados los grados Primero, Segundo, Tercero y Cuarto con los paralelos A, B y C respectivamente, además cuenta con un laboratorio de Computación.

En el módulo Caspicara se encuentran ubicados los grados Quinto y Sexto, con los paralelos A, B y C respectivamente, un laboratorio de Química, un laboratorio de Biología, un laboratorio de Física, una sala de música y 3 salas de Arte.

En el módulo Eugenio Espejo se encuentran ubicados los grados Séptimo, Octavo, Noveno y Décimo con los paralelos A, B y C respectivamente, y la Inspección General.

En el gráfico 2.1 se indica un esquema de la Unidad Educativa Quitumbe

¹⁴ Ing. Castro Adriana. Departamento de Sistemas Unidad Educativa Municipal Quitumbe.

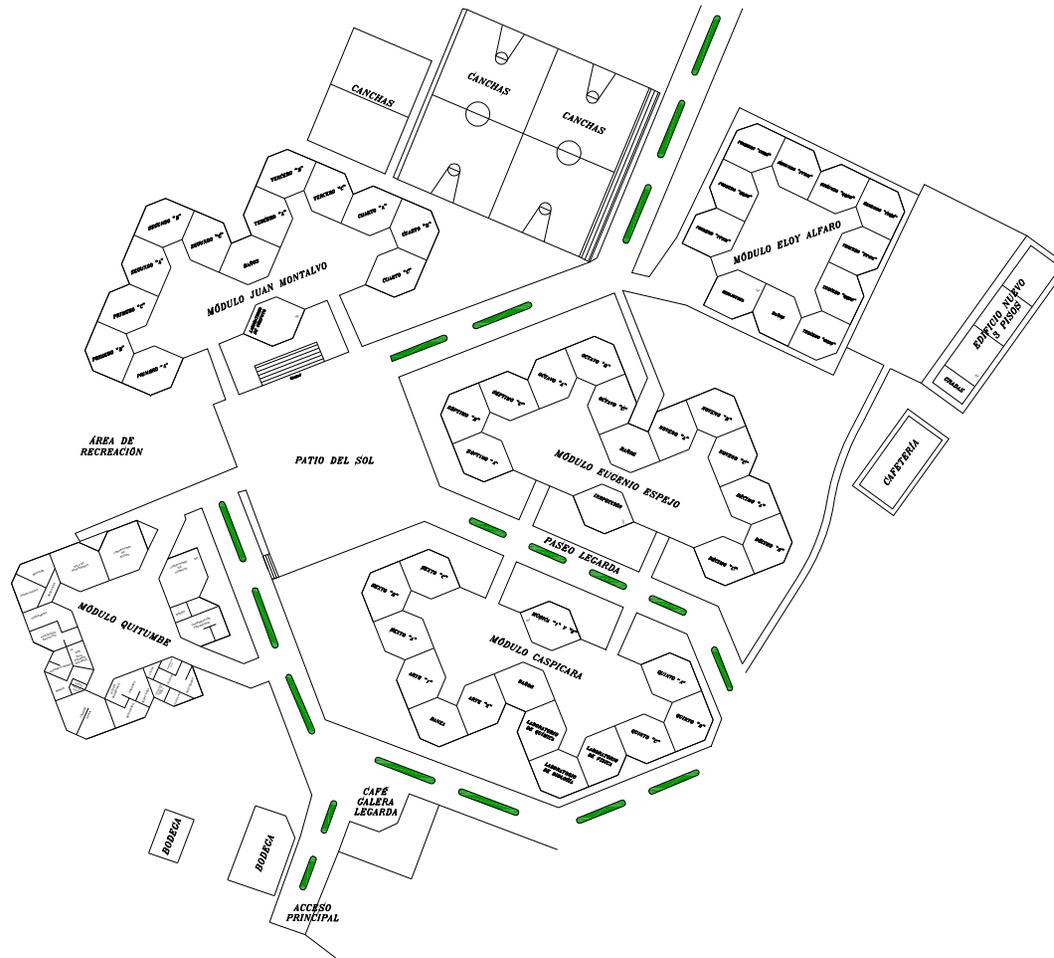


Figura 2.1. Unidad Educativa Quitumbe.

En el módulo Eloy Alfaro se encuentran ubicados los cursos Primero, Segundo y Tercero con las especializaciones Físico Matemático, Químico Biólogo y Ciencias Sociales respectivamente y una Biblioteca.

2.4.1 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS.

Grupo Administrativo (AD)

En el grupo administrativo a cada usuario se le asignado un computador y si es el caso una impresora, no tienen creados cuentas de usuario, todos poseen una cuenta con privilegios de administrador, además no existe ningún control sobre el software que posee cada usuario.

Casi en su totalidad trabajan con el sistema operativo Windows XP a excepción del área de diseño que trabaja con Macintosh, en la tabla 2.1 se indica el número de usuarios por departamento.

DEPARTAMENTO	NÚMERO DE USUARIOS
Rectorado	1
Vicerrectorado	1
Financiero	6
Sistemas	1
Coordinación Pedagógica	5
Secretaría	4
Área de Salud Integral	4
Auxiliares de Servicios	15
Total	37

Tabla 2.1. *Departamento y número de usuarios.*

Grupo Académico (AC)

Para los estudiantes se encuentra a disposición 2 laboratorios de computación, el disco duro tiene dos particiones, en la una partición se encuentran instalado el

sistema operativo Windows XP y los programas netamente estudiantiles y la otra partición se la usa para guardar la información; se encuentran creadas tres cuentas de usuarios con diferentes perfiles, una de administración que es utilizada por el área de sistemas, la segunda cuenta también con perfil administrativo para los profesores y la tercera con perfil limitado para el uso de los estudiantes y el proyecto Intel Classmate tiene instalado también Windows XP y pocos programas igualmente estudiantiles, no posee cuentas de usuarios ni particiones ya que estos equipos no poseen disco duro sino una flash con capacidad limitada.

El número de computadores fijos son de 44 que están ubicados en los laboratorios y el número de computadores portátiles son de 45, los cuales se ubican en las diferentes aulas dependiendo de la materia que disponga para su uso.

En la tabla 2.2 se indica el número de usuarios que conforman este grupo.

GRADO O CURSO	PARALELO O ESPECIALIDAD	NÚMERO DE USUARIOS
Primero	A	42
Primero	B	42
Primero	C	42
Segundo	A	41
Segundo	B	40
Segundo	C	41
Tercero	A	38
Tercero	B	40
Tercero	C	42
Cuarto	A	42
Cuarto	B	39
Cuarto	C	39
Quinto	A	41
Quinto	B	40
Quinto	C	40
Sexto	A	37
Sexto	B	40
Sexto	C	39
Séptimo	A	42
Séptimo	B	41
Séptimo	C	41
Octavo	A	38
Octavo	B	38
Octavo	C	39

Noveno	A	37
Noveno	B	37
Noveno	C	30
Décimo	A	34
Décimo	B	35
Décimo	C	36
Primero	FÍSICO MATEMÁTICO	38
Primero	QUÍMICO BIÓLOGO	21
Primero	CIENCIAS SOCIALES	30
Segundo	FÍSICO MATEMÁTICO	35
Segundo	QUÍMICO BIÓLOGO	39
Segundo	CIENCIAS SOCIALES	25
Tercero	FÍSICO MATEMÁTICO	32
Tercero	QUÍMICO BIÓLOGO	18
Tercero	CIENCIAS SOCIALES	18
Total		1429

Tabla 2.2. *Número de usuarios grupo estudiantil.*

El número de profesores en totalidad son 83.

2.4.2 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE VOZ.

La unidad Educativa Quitumbe cuenta con una central telefónica de marca NEC¹⁵ modelo Topaz, los puertos poseen un sistema híbrido, es decir permite la conexión de teléfonos sencillos o multifunción con capacidad para expandirse hasta un máximo de 27 líneas y 72 extensiones, actualmente la institución maneja 1 troncal que se enlaza a la central telefónica y está distribuye a 1 extensión digital ubicada en Secretaría de Rectorado donde está conectado un teléfono digital multifunción que actúa como operadora, y a 9 extensiones que conectan teléfonos analógicos, las 9 extensiones están repartidas de la siguiente manera: 4 para el Área Financiera, 1 para Coordinación Pedagógica, 1 para el Rectorado, 1 para el Vicerrectorado, 1 Enfermería, 1 para la Biblioteca y 1 para Psicología, además poseen otra línea telefónica en el Área de Trabajo Social que se conecta directamente a la red telefónica pública, todas la conexiones se encuentran realizadas con par telefónico, en la figura 2.2 se describe el esquema de comunicación de voz.

¹⁵ Empresa Intelema S.A

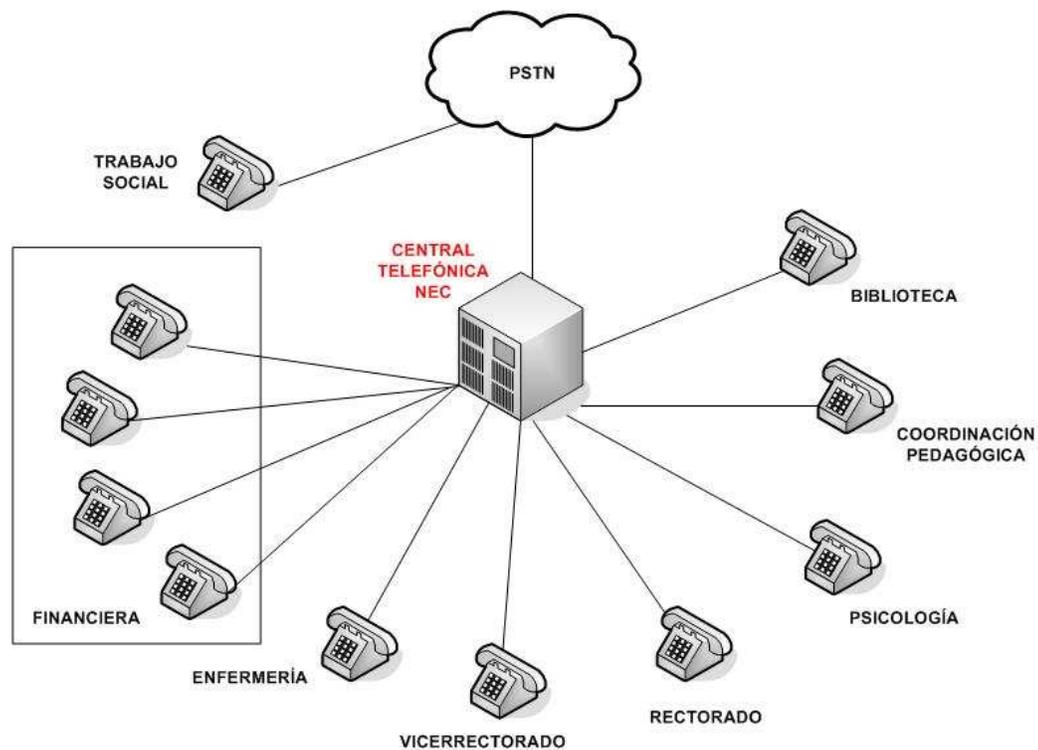


Figura 2.2. Diagrama de la red de voz.

Ésta central telefónica no posee un software que permita efectuar reportes de las llamadas entrantes y salientes, por lo cual no se puede conocer con exactitud el tráfico que circula por dicha central telefónica.

Según los datos proporcionados por la secretaria aproximadamente se realizan 20 llamadas entrantes y salientes en 1 hora.

El costo promedio mensual que la UNIDAD EDUCATIVA QUITUMBE paga por el uso de las 2 líneas telefónicas (Línea troncal, Trabajo Social) a Andinatel es aproximadamente de 30 dólares, la troncal que se encuentra enlazada a la central telefónica NEC y las extensiones tienen un consumo aproximado de 21 dólares mensuales.

2.4.3 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DATOS¹⁶.

La Unidad Educativa Quitumbe cuenta con un módulo en el que funciona la parte Administrativa, cuatro módulos en los que se encuentran ubicados los grados, salas de arte, música y laboratorios, los que al momento no se encuentran comunicados entre sí y un edificio en el que funcionará a futuro las aulas de primero, segundo y tercero de Bachillerato.

La red actual de la Unidad Educativa Quitumbe se encuentra segmentada en diferentes redes que funcionan independientemente, es así que en el módulo Quitumbe el área Financiera posee su propia red LAN que comunica con el Ilustre Municipio de Quito para dar a conocer sobre el manejo del presupuesto asignado; otra red LAN que comunica el Rectorado, el Vicerrectorado, el área de Trabajo Social, Secretaría, el área de Psicología, la Coordinación Pedagógica, un laboratorio de Computo, el área de Sistemas y el módulo Eugenio Espejo que posee una red LAN inalámbrica para el proyecto Classmate de Intel

En lo que concierne a los módulos Juan Montalvo, Caspicara y Eloy Alfaro no posee una red.

2.4.3.1 Análisis de la red LAN.

Para el análisis de la red LAN de la Unidad Educativa Quitumbe, se toman en consideración ciertos parámetros como son los medios de transmisión, la topología de red y las aplicaciones que actualmente posee la Institución Educativa.

2.4.3.1.1 Medios de Transmisión.

En el módulo Quitumbe funciona el área Financiera que cuenta con 6 estaciones de trabajo y 5 impresoras, el Rectorado cuenta con 3 estaciones de trabajo y 3

¹⁶ Ing. Castro Adriana. Departamento de Sistemas Unidad Educativa Municipal Quitumbe.

impresoras, el área de Trabajo Social que cuenta con 1 estación de trabajo, el área de Psicología Clínica cuenta con 1 estación de trabajo, el Vicerrectorado cuenta con 2 estaciones de trabajo y 2 impresoras, el área de Sistemas tiene 3 estaciones de trabajo y 2 impresoras, el área de Coordinación Pedagógica cuenta con 4 estaciones de trabajo y 2 impresoras, en Enfermería cuenta con 1 estación de trabajo y 1 impresora, el Laboratorio cuenta con 20 estaciones de trabajo, 1 impresora además de 2 racks de pared, en la figura 2.3 se indica la distribución de los equipos.

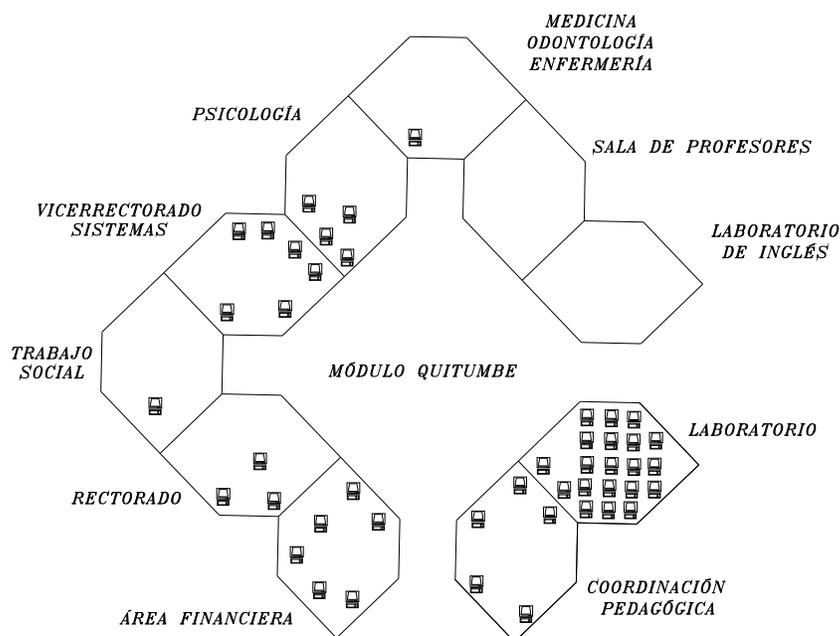


Figura 2.3. Distribución de los equipos del módulo Quitumbe.

En el módulo Juan Montalvo el Primero “B” cuenta con 1 computador y 1 impresora que no se encuentran en red, el Laboratorio cuenta con 24 computadores y 1 impresora, en la figura 2.4 se indica la distribución de los equipos.

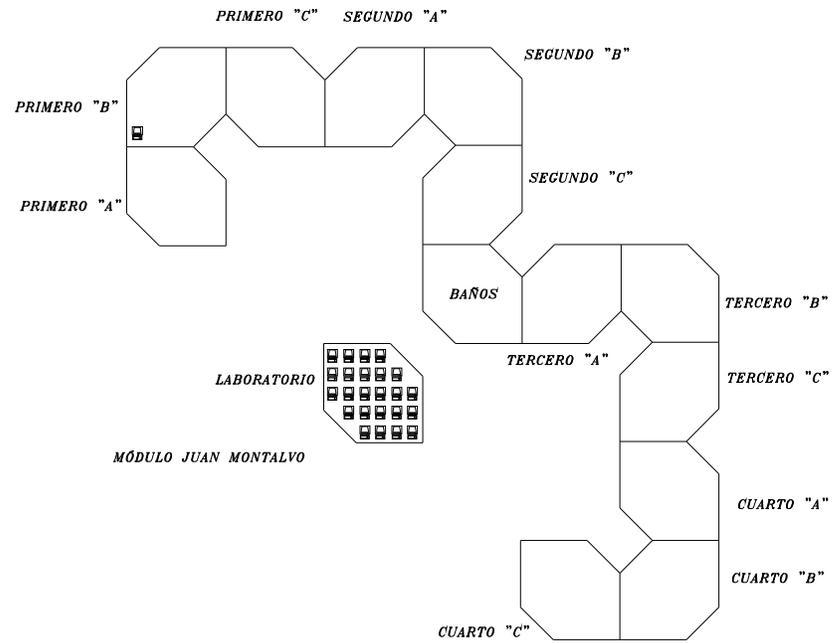


Figura 2.4. Distribución de los equipos del módulo Juan Montalvo.

En el módulo Eugenio Espejo cuenta con los 45 equipos portátiles que se utilizan de acuerdo al grado y a la materia que se va a impartir, la Inspección General cuenta con 2 estaciones de trabajo y 1 impresora estos equipos no se encuentran en red, en la figura 2.5 se indica la distribución de los equipos.

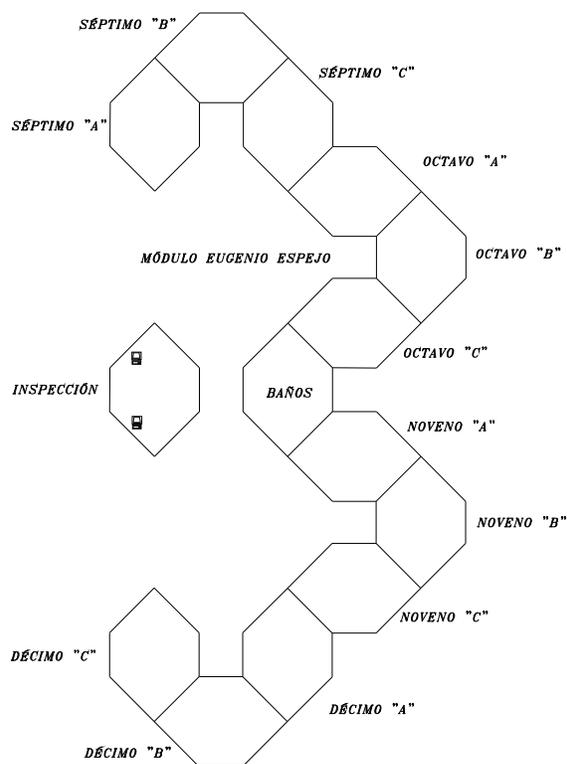


Figura 2.5. Distribución de los equipos del módulo Eugenio Espejo.

El módulo Eloy Alfaro cuenta con 1 estación de trabajo y 1 impresora en la Biblioteca que no está en red, en la figura 2.6 se indica la distribución de los equipos.

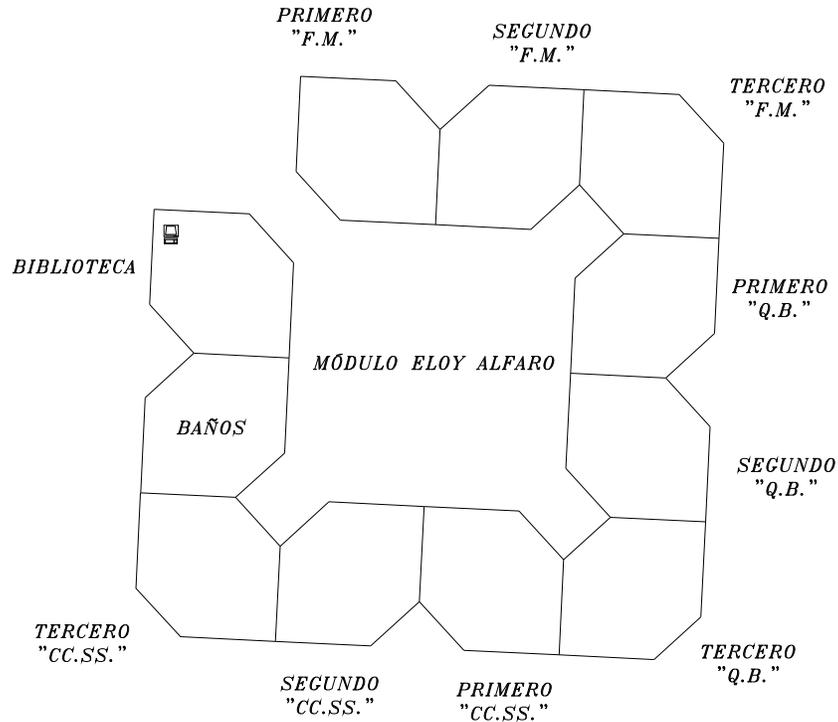


Figura 2.6. Distribución de los equipos del módulo Eloy Alfaro.

El módulo Caspicara y el Edificio nuevo no posee estaciones de trabajo ni impresoras.

2.4.3.1.2 Topología Física.

La Unidad Educativa Quitumbe cuenta con redes LAN cableadas *Fast Ethernet* de 100 Mbps de velocidad que se encuentran especificadas en el estándar IEEE802.3 tipo 100 Base T, utiliza cable UTP categoría 5 y 5e de diferentes fabricantes, la topología utilizada es en estrella, además de una red inalámbrica de 54 Mbps en la banda de 2.4 GHz que se encuentra especificada en el estándar IEEE 802.11g.

En el módulo Quitumbe están instaladas dos redes independientes: una red que se encuentra integrada por Contabilidad, Colecturía, Transporte, Contabilidad de

Padres y Proveeduría que conforman el Área Financiera y el Rectorado, está cuenta con una red de datos *Fast Ethernet* que trabaja a una velocidad de 100 Mbps en topología estrella, las estaciones de trabajo se encuentran conectadas a un switch Ethernet de marca Nexxt de 16 puertos y éste a su vez a un Router ADSL de marca TP-Link TD-8810 que se enlaza al servidor SIGEF (Sistema de Administración Financiera del Sector Público) del Ilustre Municipio de Quito para informar del manejo del presupuesto asignado a la institución, este enlace es únicamente para datos y lo provee Andinatel con tecnología ADSL y un ancho de banda de 64 kbps, en la figura 2.7 se indica el esquema de distribución de los equipos de comunicación.

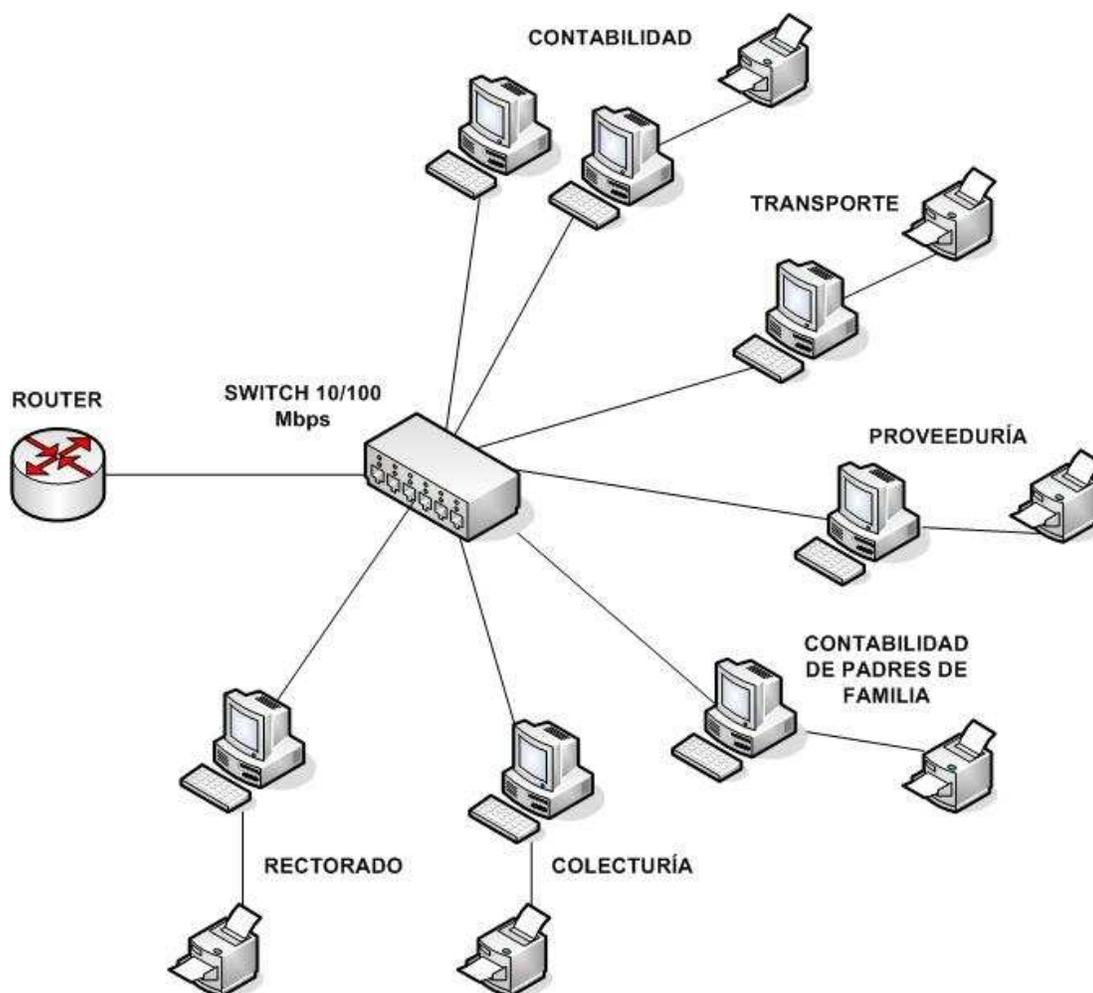


Figura 2.7. Esquema de distribución de los equipos de comunicación.

La otra red *Fast Ethernet* que trabaja a una velocidad de 100 Mbps, en topología estrella, que se encuentra conformada por el Laboratorio de Computación con 20 estaciones de trabajo de las cuales se conectan a la red solo 5 estaciones de trabajo a un switch Ethernet 3Com de 24 puertos a una velocidad de 100 Mbps; otro switch de marca Nexxt de 16 puertos que trabaja a una velocidad de 100 Mbps se encuentra ubicado en Secretaría de Rectorado que conecta el área de Coordinación Pedagógica y el área Financiera, los dos switches a su vez se interconectan con otro switch Ethernet de marca Encore de 24 puertos no administrable que trabaja a 100 Mbps, el cual conecta el Laboratorio de Inglés, el área de Trabajo Social, el Vicerrectorado, el área de Psicología, el área de Sistemas en donde se encuentran alojados los servidores Sistema de Gestión Académica y de Internet que tiene dos tarjetas de red que trabajan a una velocidad de 100 Mbps, la una tarjeta se conecta a la red LAN y la otra hacia una antena de marca SKY PILOT¹⁷ que a su vez se conecta vía inalámbrica con tecnología *WiFi*¹⁸ al Proveedor de Servicios de Internet (ISP) Conectividad Global el cual provee un ancho de banda de 512 Kbps con compartición 8:1 a la institución educativa, en la figura 2.8 se indica el esquema de distribución de los equipos de comunicación.

¹⁷ www.skypilot.com

¹⁸ <http://es.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>.

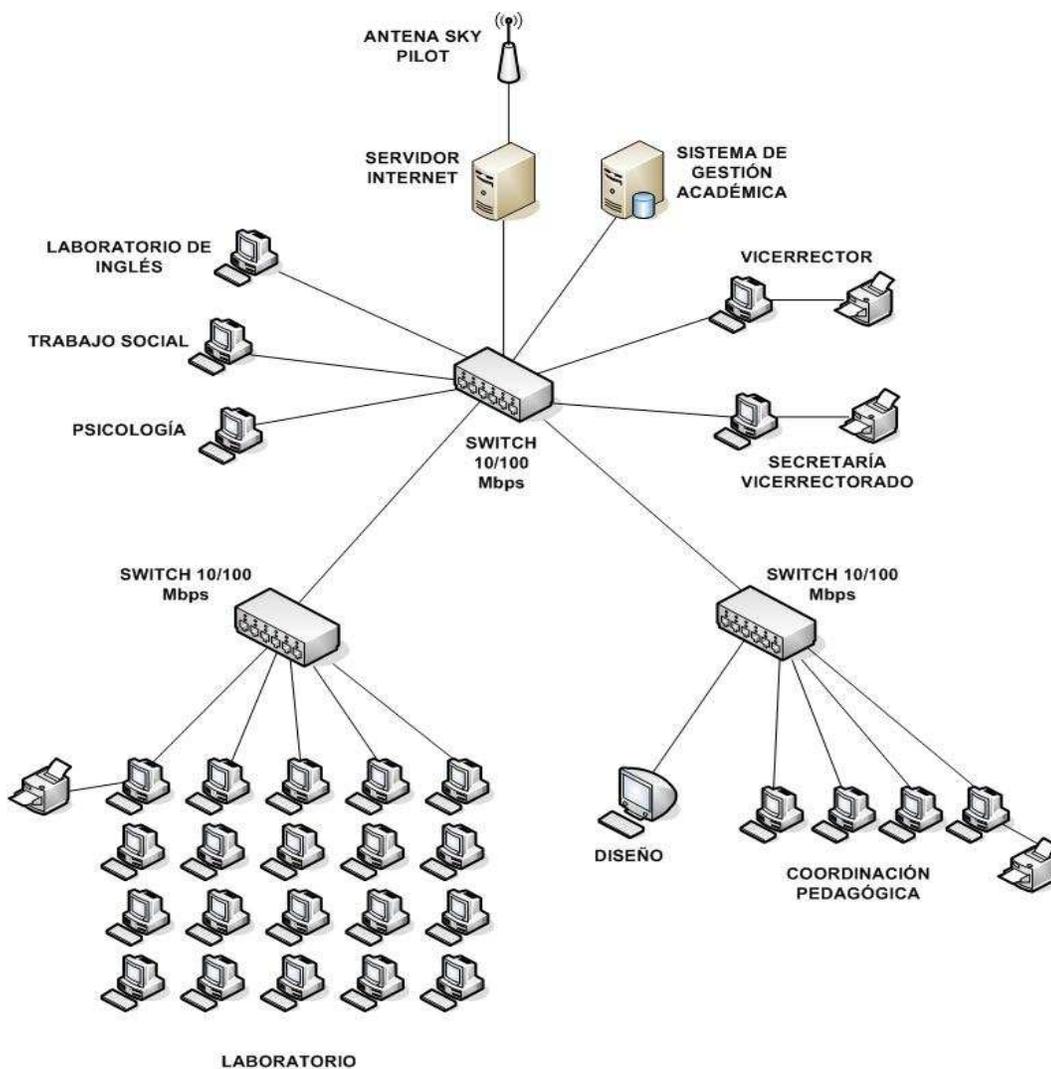


Figura 2.8. Esquema de distribución de los equipos de comunicación.

Además en la Secretaría de Rectorado se encuentra ubicado un lector biométrico para registro de ingresos y salidas del personal de la Unidad Educativa Quitumbe, este se lo realiza por medio de la palma de la mano, esta información se almacena en un computador de el área de Secretaría de Rectorado por medio de un cable serial RS-232, el equipo es de marca IR Ingersoll Rand Recognition Systems HandPunch 2000 y el sistema que maneja estos registros se denomina LINCE, en la figura 2.9 se indica el esquema de conexión para el registro de personal.

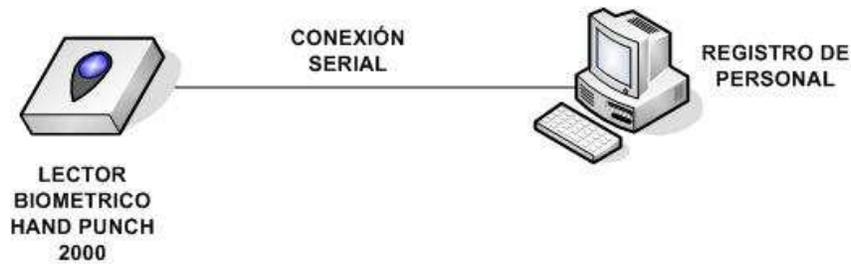


Figura 2.9. Esquema de distribución del equipo de registro de personal.

En el módulo Eugenio Espejo se encuentran funcionando 45 computadores portátiles (1 servidor y 44 clientes) para 1 octavo grado y los 3 séptimos grados, todos se conectan vía inalámbrica por medio de 1 Access Point de marca D-Link a una velocidad de 54 Mbps especificada en el estándar IEEE 802.11g, a su vez este Access Point se conectan hacia un router D-Link DIR-100 que posee 4 puertos LAN que trabajan a 10 y 100 Mbps, este se conecta a una antena de marca Sky Pilot a una velocidad de 100 Mbps que a su vez se interconecta vía inalámbrica con tecnología WiFi al Proveedor de Servicios de Internet (ISP) Conectividad Global, en la figura 2.10 se indica el esquema de distribución de los equipos de comunicación.

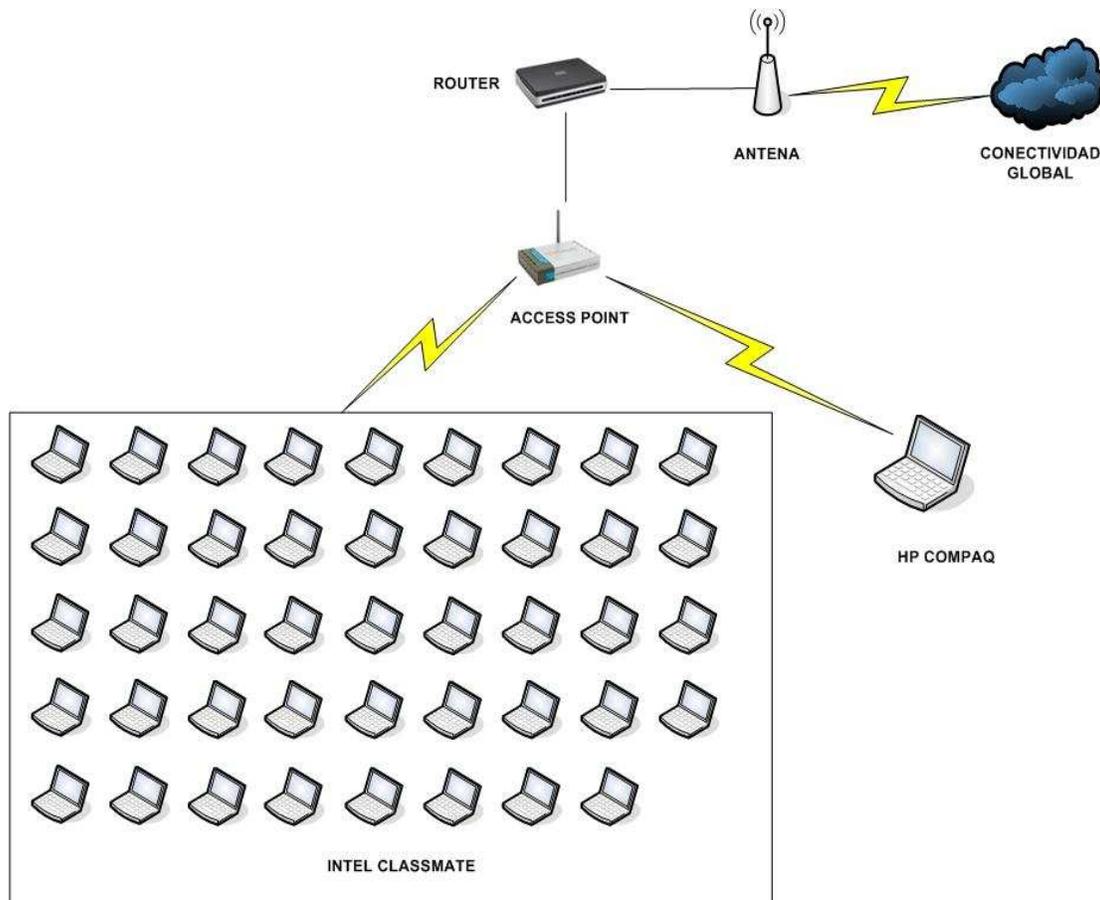


Figura 2.10. Esquema de distribución de los equipos de comunicación.

En el módulo Juan Montalvo se encuentra ubicado un laboratorio con 24 computadoras, que se encontraban conectadas vía inalámbrica por medio de un Access Point de marca D-Link a una velocidad de 54 Mbps especificada en el estándar IEEE 802.11g, pero actualmente están sin comunicación ya que el Access Point se encuentra dañado.

Las conexiones tanto de las estaciones de trabajo como la comunicación entre equipos activos no cumplen con los estándares para cableado estructurado ya que se encuentran realizadas con cable UTP categoría 5 y 5e de diferentes fabricantes como son Nexxt, Netconnect, Belden, Newlink, no poseen racks para la organización de los cables, no poseen escalerillas, los ángulos de los cables

sobrepasan los límites de los estándares, no se encuentran etiquetados los cables, las chaquetas se encuentran fuera de los conectores, entre otros.

Por todo lo antes mencionado, es el motivo por el cual se debe diseñar una red que conecte las diferentes áreas, laboratorios, aulas y además que unifique todos los módulos de la institución educativa para brindar acceso a los diferentes servicios que ofrece al momento la institución educativa y además para que soporte los nuevos servicios en tiempo real.

2.4.3.1.3 Esquema Lógico de la red LAN.

La Unidad Educativa Quitumbe consta de tres diferentes redes de datos clase A, B y C.

En el módulo Quitumbe la red conformada por el área Financiera y el Rectorado posee un esquema de direccionamiento IP clase B que son asignadas por el Área de Informática del Municipio de Quito con direcciones IP que van desde 172.19.14.0 a 172.19.14.255, está asignación no tiene ningún fundamento o estudio previo, estas estaciones de trabajo se conectan a un switch de marca Nexxt el cual se conecta a un router TP-Link TD-8810 y éste se enlaza hacia el Ilustre Municipio de Quito por medio de una conexión ADSL que provee Andinatel, en la figura 2.11 se indica el diagrama de esquema lógico de la red LAN.

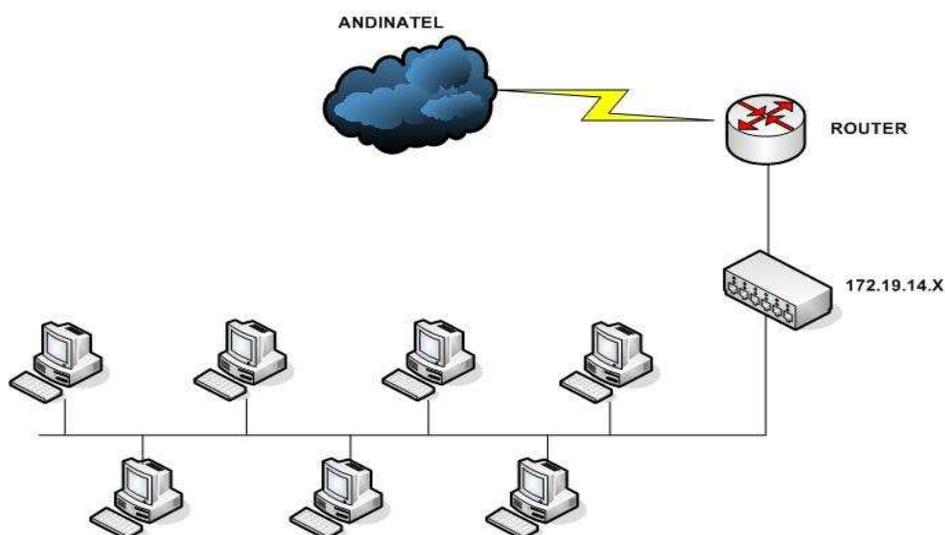


Figura 2.11. Esquema lógico de la red LAN del Área Financiera.

La otra red conformada por el área de Sistemas, Psicología, Rectorado, Vicerrectorado, Secretaría General, Trabajo social, Coordinación Pedagógica y Laboratorio se encuentra asignado un esquema de direccionamiento IP clase C en el rango de 213.213.213.0 hasta 213.213.213.255, está es una red con IP pública la cual se debe cambiar a un rango de IPs privadas, esta red tiene un switch al que se conecta computadores, servidores y dos switches que son los encargados de distribuir a los puntos de red de los usuarios, en la figura 2.12 se indica el diagrama de esquema lógico de la red LAN.

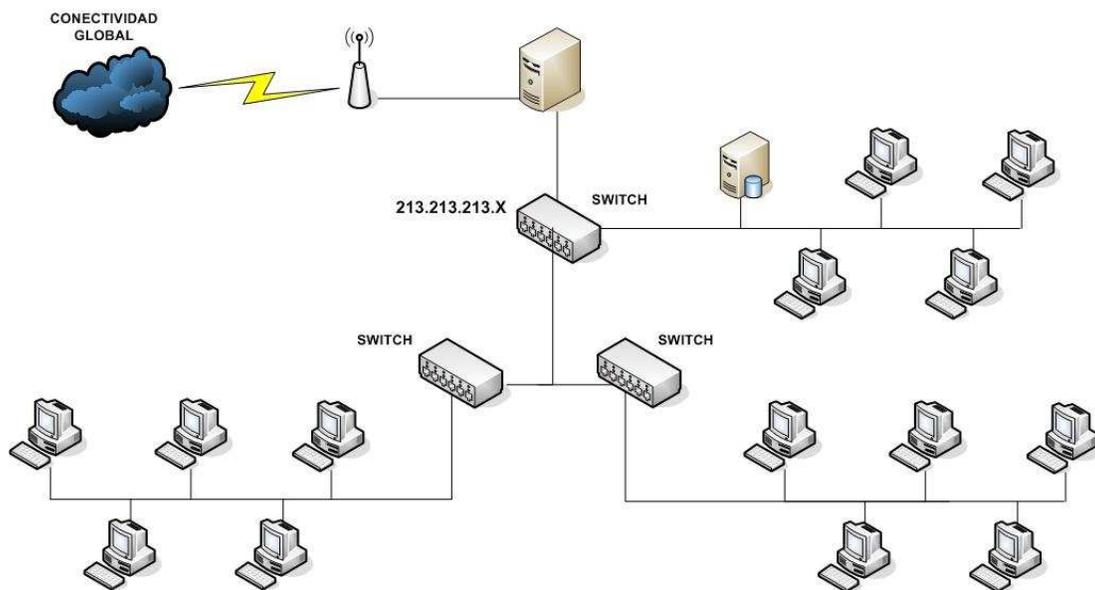


Figura 2.12. Esquema lógico de la red LAN.

Finalmente la red inalámbrica que conecta a las 45 computadoras portátiles del proyecto classmate Intel, se encuentra asignado un esquema de direccionamiento IP clase A en el rango de 10.6.129.0 hasta 10.6.129.255, esta asignación no tiene ningún fundamento o estudio previo, la red está conectada a un Access Point D-Link que a su vez se conecta hacia un router D-Link DIR-100 que posee 4 puertos LAN, éste a su vez se enlaza a una antena para salida al exterior, en la figura 2.13 se indica el diagrama de esquema lógico de la red LAN.

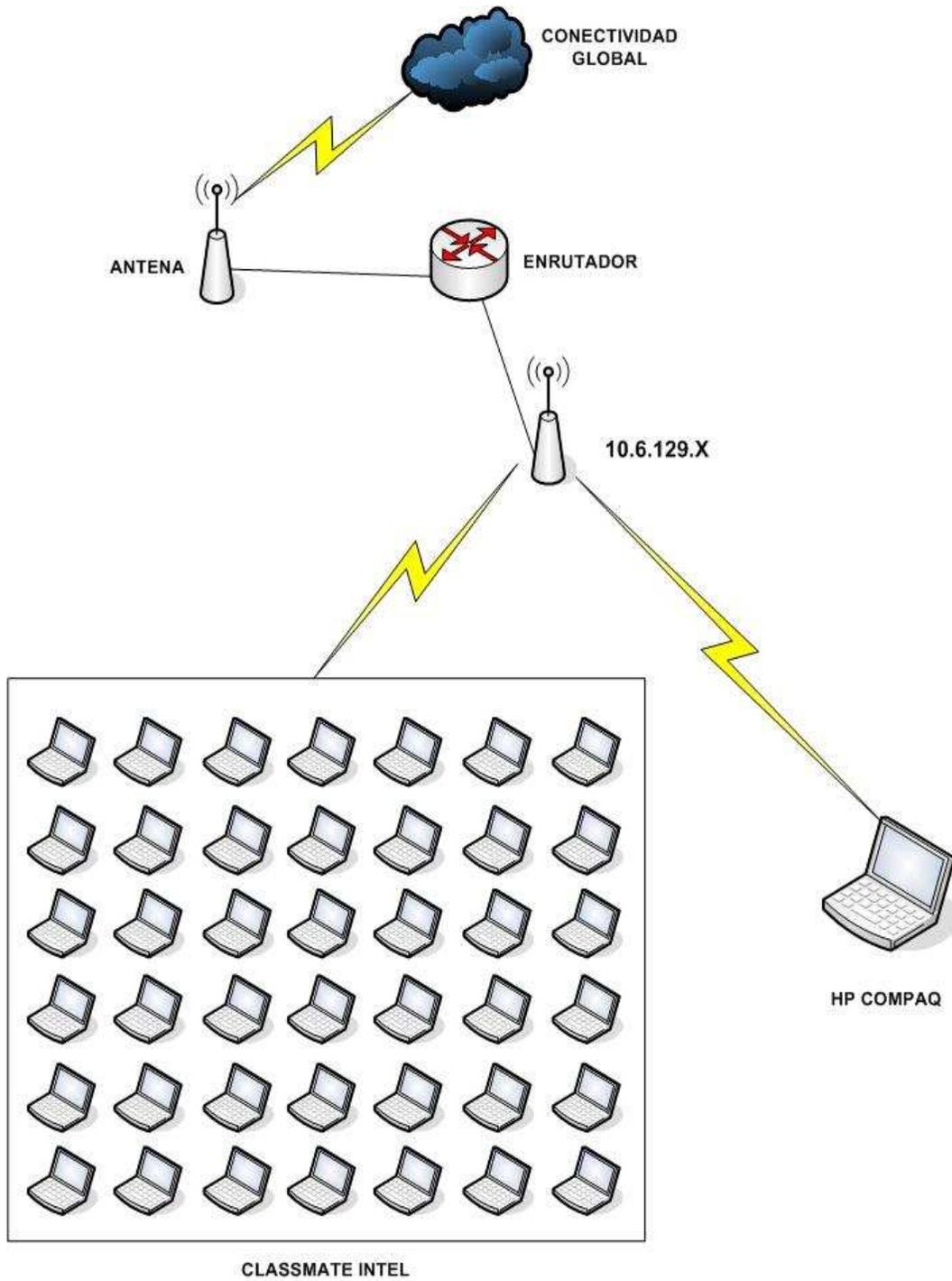


Figura 2.13. Esquema lógico de la red inalámbrica classmate Intel.

2.4.3.1.4 Aplicaciones¹⁹.

La mayoría de aplicaciones que maneja la Unidad Educativa Quitumbe son comunes para todos los usuarios, las estaciones de trabajo tienen instalado el Sistema Operativo Windows XP Professional Service Pack 2, manejan el protocolo TCP/IP para la transmisión de información, para el acceso a la base de datos del SGA y al Internet.

Los usuarios finales de la Unidad Educativa Quitumbe manejan diferentes tipos de aplicaciones dependiendo del departamento, materia o laboratorio. En la tabla 2.1 se indican las aplicaciones clasificados según el departamento o laboratorio y el número de usuarios que las utilizan.

¹⁹ Ing. Adriana Castro. Departamento de Sistemas Unidad Educativa Municipal Quitumbe.

APLICACIÓN	PSICOLOGÍA	BIBLIOTECA	INTEL CLASSMATE	SECRETARÍA	DISEÑO GRÁFICO	COORD. PEDAGÓGICA	TRABAJO SOCIAL	FINANCIERO	SISTEMAS	LAB. ANDREA	LAB. GUSTAVO
<i>Microsoft Office 2003</i>	1	0	45	3	0	3	1	6	2	20	24
<i>Microsoft Office 2007</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Internet Explorer 6.0</i>	1	1	45	3		3	1	6	2	20	24
<i>Safari</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Acrobat Reader 6.0</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Adobe Profesional</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Antivirus NOD 32</i>	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0
<i>Antivirus McAfee</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	24
<i>Antivirus Trend Micro</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	2	0	0
<i>Winzip</i>	1	1		3		3	1	6	2	20	24
<i>SQL 2005</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Visual Studio .net</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>SGA</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>NetOp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	24
<i>CD Todo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	24
<i>Microsoft Student Encarta 2008</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	24
<i>Ilustrador CS</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Macromedia</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Quark Press</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Photoshop CS</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>InDesign CS</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Contribute</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>SIGEF</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Office MAC</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Sistema Existencias</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Sistema de Bienes</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Tabla 2.3. Utilización de aplicaciones por departamento y número de usuarios.

El servicio de Sistema de Gestión Académica (SGA)²⁰ es un sistema que está compuesto por 11 módulos básicos que operan en un servidor dentro de la red.

1. **Módulo de Administración:** se definen los parámetros operativos y se incorpora la información específica de cada entidad educativa. En este módulo se ingresan los datos de los alumnos, profesores, niveles y claves de acceso, se define el pènsum y los horarios de clases, etc.
2. **Módulo del profesor:** El profesor lo utiliza para administrar y planificar todos los factores relevantes de las materias que dicta. Utilizando este módulo, el profesor puede organizar la metodología del curso, la agenda de deberes, asignaciones, etc.
3. **Módulo del alumno:** El alumno interactúa con las actividades de su curso. Puede revisar diariamente las anotaciones, deberes, tareas, que cada profesor le asigna, y acceder a las bibliotecas virtuales. Puede enviar y chatear con otros alumnos del centro u otros centros con quienes este tipo de actividad este permitida.
4. **Módulo del padre de familia:** permite ver toda la actividad escolar de sus hijos, le da acceso a toda la información del módulo del alumno, permitiéndole monitorear el avance académico de sus hijos para asistirles mejor en sus labores. Además este módulo permite una comunicación privada entre los profesores y los padres de familia del mismo curso, también podrán pagar pensiones, compra de útiles escolares u cualquier otro tipo de pago relacionado con la entidad educativa.
5. **Módulo de la Biblioteca Virtual:** permite la distribución en red de todo tipo de información pertinente a los requisitos educativos de la institución. Existen dos tipos de bibliotecas virtuales, la general de la institución y la específica a cada materia.
6. **Módulo de educación a distancia:** permite el uso de deberes dirigidos y curso en línea, también se pueden dictar cursos fuera del currículo escolar, tanto para estudiantes avanzados como para aquellos que necesitan ayuda adicional.

²⁰ Empresa Conectividad Global.

7. **Módulo de chats, foros y comunicaciones:** opera individualmente o se integra con los servicios de Windows Messenger que se alojan en los servicios del Data Center. El ISP Conectividad Global brinda el servicio de Chat, Foros y Video conferencia, por medio de este módulo se pueden crear centros de discusión para todos los participantes, ya sean docentes, estudiantes o padres de familia. También se puede llevar a cabo comunicaciones en tiempo real, vía Video Conferencia, Voz o Texto.
8. **Módulo de Enciclopedias:** integra varias enciclopedias como Encarta, Wikipedia, Quitopedia y otras en línea que permiten realizar todo tipo de consulta.
9. **Módulo de Datos para Direcciones de Ecuación:** genera todos los reportes requeridos que se presentan a las Direcciones de Educación, tanto impresos como en forma digital y que alimenta una base de datos ubicada en cada provincia que a su vez puede alimentar otra centralizada en el Ministerio de Educación.
10. **Quitopedia:** es una enciclopedia interactiva para Quito.
11. **PasaTiempo:** sitio interactivo para interactuar entre estudiantes.

El sistema de Administración Financiera del sector público (SIGEF)²¹, permite manejar una estructura presupuestaria que cuenta con un ordenamiento que representa el contenido del plan estratégico, el origen estructural y el plan operativo de la institución.

El sistema posibilita generar periódicamente, procesos automáticos de cierre en función de administrar correctamente la información institucional y por otro lado contar con información oportuna. De la misma forma ayuda a que los módulos de presupuesto, contabilidad, tesorería y nómina trabajen en forma consolidada, en cada uno de ellos, facilidades para el manejo de la gestión financiera como se detalla a continuación:

- **Presupuesto:** Constituye el resultado financiero del plan operativo anual elaborado en la programación y formulación, expresado a partir de

²¹ http://mef.gov.ec/portal/page?_pageid=37,1&_dad=portal&_schema=PORTAL.

proformas presupuestarias se constituye en el Instrumento de control como montos máximos de disponibilidad presupuestaria y podrá ser reformado cuando exista una reprogramación del plan operativo de la institución y conforme la normativa técnica. Este sistema ayuda a la institución educativa a contar con costos presupuestarios de ingresos y gastos, de todos los proyectos, Programas, Actividades y Áreas

- **Contabilidad:** registra todos los movimientos financieros, operacionales y no operacionales.
- **Tesorería:** sobre la base de las cuentas por pagar y por cobrar registrados en la contabilidad y mediante algunas herramientas de administración genera tanto los pagos como las recaudaciones. El sistema genera automáticamente todas las transacciones previas para que los módulos del SIGEF se mantengan consistentes.
- **Nómina:** es un auxiliar de la contabilidad que se encarga de registrar la información de los empleados de una institución, para que con base en fórmulas y criterios de aplicación sea generada la nómina periódicamente y al momento de ser aprobada sea registrada como movimientos contables, presupuestarios y de tesorería.

Por medio de este sistema el departamento Financiero cuenta con la información requerida por el Ministerio de Economía y Finanzas.

Las estaciones de trabajo de los dos laboratorios cuentan con la aplicación NetOp School que funciona en un entorno cliente-servidor utilizando la red por medio de la comunicación TCP/IP, para la enseñanza de cualquier materia que se dicte en la institución educativa de manera remota.

2.4.3.1.5 Políticas de Administración y Seguridad.

La Unidad Educativa Quitumbe no tiene implementado ninguna política ni procedimientos de administración y seguridad, para mantener la provisión de información libre de riesgo y brindar servicios para un determinado fin.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA RED GIGABIT ETHERNET DE VOZ Y DATOS.

En este capítulo se presenta el Diseño de la Red Gigabit Ethernet para la Unidad Educativa Quitumbe, la cuál brinde una completa solución de conectividad para los diferentes departamentos y los módulos que conforman dicha institución educativa para esto se detalla cada uno de los elementos que van a conformar la red como son: la topología, diseño de la red pasiva con el respectivo proyecto de cableado estructurado y elección de elementos activos, además se tomará en consideración el crecimiento a corto y mediano plazo de la red y los servicios que esta debe soportar de Video Seguridad, VoIP, Internet, Videoconferencia, correo, mensajería, entre otros, los cuales serán prestados por un ISP.

El proceso de diseño de la Red Gigabit Ethernet se lo realiza en base al análisis de requerimientos de usuarios y al tráfico que generan los nuevos servicios, los cuales proporcionan información para el dimensionamiento de los enlaces a Internet.

En el diseño además se incluyen esquemas de administración y políticas de seguridad, para asegurar el correcto desempeño de la red diseñada y la protección de la red contra ataques internos como externos.

3.1 SERVICIOS BRINDADOS POR LA INTRANET.

Los usuarios que conforman la red interna de la Unidad Educativa Quitumbe contarán con los siguientes servicios:

3.1.1 SERVICIO DE INTERNET.

La red interna ofrecerá el servicio de Internet con calidad a los usuarios tomando en cuenta que está dirigido al sector educativo.

El Internet ofrece innumerables servicios entre los más destacados tenemos: World Wide Web, correo electrónico, servicios de acceso remoto (Telnet), Transferencia de Archivos (FTP), chat, foros, entre otros.

3.1.2 VOZ SOBRE IP (VoIP).

Por medio de la VoIP se puede aprovechar la infraestructura diseñada para la transmisión de voz y datos utilizando el protocolo IP y por medio de la conexión a Internet realizar llamadas de larga distancia.

Las ventajas que se tendrían al utilizar una red propia para transmitir tanto la voz como los datos son:

- Ahorrar los costos de comunicaciones, pues la transferencia de llamadas entre los distintos módulos de la Unidad Educativa Quitumbe no tendrán valor alguno, además de disminuir el costo de llamadas de larga distancia.
- Integración de los servicios y la unificación de la estructura de la red.
- Menores costos de administración de red por infraestructura única.

Para hablar por Internet existen varias alternativas como son:

- De un teléfono IP a otro teléfono IP.
- De un teléfono IP a un teléfono normal.
- De un PC a un teléfono normal.
- De un PC a otro PC usando exclusivamente la red Internet

En el caso de la comunicación entre dos computadores, el PC debe tener instalado un software que simula un terminal telefónico utilizando protocolos estándar (SIP, H.323) o propietario y accesorios multimedia (tarjeta de sonido, micrófono y parlantes). La comunicación se la realiza por medio del proveedor que se encarga de completar el circuito entre los dos computadores.

En el caso de la Unidad Educativa Quitumbe posee una central telefónica IP de marca NEC modelo Topaz, la cual no se encuentra funcionando en la red TCP/IP, pero la central IP se la puede configurar para que funcionen en la red TCP/IP utilizando el protocolo SIP, esto se logra aumentando un módulo IP que provee 4 canales para realizar las llamadas internamente como de larga distancia por medio de la red, además esta central telefónica IP facilita la mezcla y la unión de toda combinación de teléfonos analógicos, teléfonos multilínea, módems, fax y máquinas contestadoras.

La central telefónica tiene una capacidad de crecimiento hasta 27 troncales y 72 extensiones (2772) ya sean estas extensiones analógicas, digitales o Topaz (propietaria).

3.1.3 VIDEOCONFERENCIA.

La videoconferencia es un sistema de comunicación que permite a las personas que se encuentren ubicadas en lugares diferentes puedan intercambiar información. En el entorno educativo se lo puede utilizar como medio de comunicación que facilitará el acercamiento entre alumnos y profesores ubicados en diferentes lugares geográficos.

La Unidad Educativa Quitumbe va a contar con un sistema de videoconferencia para PC enlazados punto a punto en la que actúan dos participantes utilizando un programa para comunicación en tiempo real como se mencionó en el capítulo 1, este servicio va a ser utilizado por el Rectorado, Vicerrectorado y por los Laboratorios, se podrá tener reuniones entre directores de diferentes instituciones, conferencias con los padres de familia, conferencias entre alumnos, educación a distancia para profesores y alumnos, entre otros.

Para proporcionar los servicios de Videoconferencia y Voz sobre IP, la red a diseñarse utilizará los protocolos H.323 y SIP mencionado en el capítulo 1.

Es necesario señalar que el sistema de videoconferencia por el alto consumo de ancho de banda utilizado por una sesión solo será utilizado cuando el usuario lo requiera, caso contrario estará disponible para otras aplicaciones, además al momento de realizar una sesión de videoconferencia todo el ancho de banda será utilizado para este efecto, es decir que los demás usuarios no tendrán acceso al Internet hasta que termine dicho servicio.

3.1.4 VIDESEGURIDAD.

La tecnología actual permite la conexión de cámaras de vídeo directamente en las redes informáticas basadas en el protocolo TCP/IP. El audio y el vídeo transmitido desde cualquier cámara de red o servidor de vídeo pueden visualizarse desde cualquier computador conectado a esa red de área local, a través de una Intranet privada o a través de Internet

La Unidad Educativa Quitumbe contará con un sistema de video seguridad para el mejoramiento de la seguridad de la institución educativa, además en un futuro los padres de familia podrán observar a sus niños en tiempo real en la institución educativa vía Internet.

3.1.5 SERVICIO DE CORREO ELECTRÓNICO.

A través de este servicio los usuarios de la Unidad Educativa Quitumbe podrán enviar y recibir mensajes y toda clase de documentos desde cualquier lugar del mundo, en forma rápida, simple y económica, deberán tener una cuenta de correo electrónico es decir un espacio reservado dentro de un servidor de correo desde donde se pueda enviar y recibir mensajes es importante destacar que en la gran mayoría de los casos los proveedores de servicios de Internet ofrecen este servicio o se puede tener un servidor propio, por otro lado, también será necesario contar con una aplicación de administración de correo, programas a los que se conoce habitualmente con el nombre de clientes de correo electrónico, como por ejemplo Outlook Express.

3.1.6 SERVICIO DE CHAT.

Por medio de este servicio la Unidad Educativa Quitumbe podrá crear centros de discusión para todos los usuarios de la red, ya sean docentes, estudiantes o padres de familia.

3.1.7 SERVICIOS VARIOS.

Adicionalmente la red ofrecerá servicios de transferencia de archivos, impresión, fax con la finalidad de brindar todas las comodidades y aceleración en los procesos y operaciones de la Institución Educativa.

3.2 ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS.

Los parámetros a considerarse en el ámbito de requerimientos so:

Red de datos.

- Descripción física.
- Grupos de usuarios.
- Aplicaciones.
- Cableado estructurado.

Red de voz

- Número y tipo de usuarios.
- Proyección de crecimiento.
- Circuitos troncales hacia la PSTN.

3.2.1 RED DE DATOS.

La Unidad Educativa Municipal Quitumbe constará de 5 módulos y un edificio de tres plantas ubicados al Sur de Quito en la Av. Morán Valverde y Rumichaca Ñan.

Los requerimientos de cada módulo y el edificio se los describe de forma independiente.

3.2.1.1 Distribución Física de las Áreas de Trabajo.

3.2.1.1.1 Módulo Quitumbe.

Toda la información que se maneje en la Unidad Educativa Quitumbe se va a concentrar en el módulo Quitumbe, ya que se encuentra la parte administrativa y el departamento de Sistemas.

Se tomará en consideración cuatro unidades operativas que van a funcionar en este módulo:

- *Sistemas:* se va a encargar de administrar y brindar seguridad a toda la información que circula por la red.
- *Administrativa:* se encarga de administrar de la mejor manera la institución educativa para beneficio de la comunidad Quitumbina.
- *Financiera:* se encarga de administrar los recursos financieros de la institución educativa.
- *Laboratorio:* se dedica a la enseñanza de la materia de computación y por medio de este la transferencia de los aportes de cada estudiante al servidor SGA²².

Área de Sistemas.

Esta área va ser la encargada de brindar a todos los usuarios de la red los servicios de correo electrónico, archivos compartidos, acceso a Internet, videoconferencia, VoIP, bases de datos y seguridad.

Debido a que los profesores requieren planificar todos los factores relevantes a las materias que imparten por lo que requieren frecuentemente tener acceso al servidor SGA, además que toda la comunidad Quitumbina va a tener acceso al Internet, correo electrónico; también en esta área se alojarán los servidores del SGA, Internet con sus respectivas seguridades, correo electrónico, racks, equipos

²² SGA: Sistema de Gestión Académica

de climatización y equipos de control de energía, para todo esto se debe reubicar el espacio físico del área de Sistemas ya que el espacio actual no es el adecuado para alojar lo antes mencionado.

Área Administrativa.

Debido a las funciones que cada uno desempeña en la institución educativa se les brindará acceso al Internet, correo electrónico, compartición de archivos, con sus respectivas seguridades para que hagan uso de estos servicios y de esta manera agilizar los procedimientos internos de la institución educativa, además garantizar la optimización en tiempo y elevar los niveles de eficiencia y eficacia.

Área Financiera.

Esta área se encarga de la administración de los recursos financieros tanto Municipales como de la Asociación de padres de familia mediante procedimientos contables que garantizan eficiencia y transparencia.

Debido a que los recursos financieros Municipales son del Estado, el área Financiera debe transferir información sobre la gestión de este presupuesto asignado hacia el servidor SIGEF para lo que requiere Internet y correo electrónico con sus respectivas seguridades, ya que es información crítica que la institución educativa maneja.

Laboratorio.

El Laboratorio necesitará acceso al Internet, Chat, videoconferencia ya que se dedica a la enseñanza de computación, además se dictarán cursos en línea tanto para profesores como alumnos.

3.2.1.1.2 Módulo Juan Montalvo.

El módulo Juan Montalvo se encuentra conformado por doce aulas de clase para primero, segundo y tercer grados además de un laboratorio de computación, en este laboratorio se deberá tener acceso a Internet, Chat, videoconferencia ya que se dedica a la enseñanza de computación.

3.2.1.1.3 Módulo Caspicara.

En el módulo Caspicara se encuentra conformado por las salas de música, arte, danza, laboratorio de Química, laboratorio de Biología, laboratorio de Física y seis aulas de clase para quinto y sexto grados, estas aulas van a tener acceso hacia el Internet ya que se implantará a futuro el proyecto Intel Classmate.

3.2.1.1.4 Módulo Eugenio Espejo.

Este módulo se encuentra conformado por doce aulas de clase para los séptimo, octavo, noveno y décimo grados, estas aulas deben tener acceso a Internet ya que actualmente se encuentra implantado el proyecto Intel Classmate.

3.2.1.1.5 Módulo Eloy Alfaro.

El módulo Eloy Alfaro se encuentra conformado por nueve aulas de clase para el primero, segundo y tercero cursos con las especialidades de Física, Química y Ciencias Sociales además de la Biblioteca que necesita acceso al Internet.

3.2.1.1.6 Edificio Nuevo.

El edificio consta de 3 pisos, al momento no se encuentra en funcionamiento pero para un futuro se lo va a distribuir de la siguiente manera:

Planta Baja.

Estará conformado por tres aulas de clase para que funcione el primero, segundo y tercer curso de la especialidad de Químico-Biólogo que van a necesitar tener acceso a Internet.

Primer Piso.

Estará conformado por tres aulas de clase para que funcione el primero, segundo y tercer curso de la especialidad de Físico Matemático que van a necesitar tener acceso a Internet.

Segundo Piso.

Estará conformado por tres aulas de clase para que funcione el primero, segundo y tercer curso de la especialidad de Ciencias Sociales que van a necesitar tener acceso a Internet.

3.2.1.2 Grupos de Trabajo²³.

Grupo Administrativo (AD): se encuentra conformada por el Rectorado, Vicerrectorado, Financiero, Sistemas, Coordinación Pedagógica, Secretaría, Área de Salud Integral y Auxiliares de Servicios.

Grupo Académico (AC): se encuentra conformado por los estudiantes y los profesores.

3.2.1.3 Aplicaciones

La red de datos de la Unidad Educativa Quitumbe brindará sus servicios a todos los usuarios que conforman la Intranet. Los servicios que se proporcionará son de acceso al Internet, correo electrónico, acceso a archivos compartidos, ingreso de

²³ Ing. Castro Adriana. Departamento de Sistemas Unidad Educativa Quitumbe.

notas, administración y planificación de las materias que se dicta, consultas de los estudiantes y de los profesores, administración y gestión de sistemas contables y financiero, autenticación biométrica para registro de ingreso de los profesores y personal administrativo, administración y gestión de la red, VoIP, Videoconferencia, video seguridad, Chat, a continuación en la tabla 3.1 se especifican la aplicaciones a usarse.

APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN	PROTOCOLOS Y PROGRAMAS
Acceso a Internet	Permite navegar a los usuarios por el Internet.	HTTP
Correo electrónico	Permite la comunicación a los usuarios por medio de texto.	POP3, SMTP
Acceso a archivos compartidos	Permite compartir información entre usuarios de la red	FTP, Telnet
Administración y planificación de materias	Permite elaborar los factores relevantes de las materias	SGA
Administración y gestión contable y financiero	Permite administrar los recursos financieros de la institución.	SIGEF
Autenticación Biométrica	Permite el control de asistencia del personal administrativo y profesores.	LINCE
Administración y gestión de red	Permite administrar y gestionar a nivel lógico y físico la red.	SNMP
VoIP	Permite realizar llamadas utilizando la red IP.	H.323, SIP
Videoconferencia	Permite realizar conferencias en tiempo real por medio de la red IP.	H.323
Video seguridad	Permite mejorar el nivel de seguridad en la institución.	Software propietario.

Tabla 3.1. Descripción de las aplicaciones.

Las aplicaciones a instalarse dependerán del grupo de trabajo al cual pertenezca el usuario, y de acuerdo a las funciones que desempeñe en la institución educativa.

El acceso al Internet, resolución de nombres (DNS) y asignación de direcciones IP se permitirá a todos los usuarios de la red, en el grupo académico a los profesores se les dará acceso desde las aulas y la sala de profesores, a los estudiantes únicamente el acceso será desde los laboratorios.

En los Laboratorios se configurarán diferentes perfiles de usuario, un perfil para la administración y otro perfil limitado que da acceso al software que el estudiante necesite.

3.2.1.4 Cableado Estructurado

El sistema de cableado estructurado es por donde se transmiten voz, datos e imágenes y constituyen un elemento imprescindible para la construcción de edificios modernos o la modernización de los ya construidos. Ofrece soluciones integrales a las necesidades en lo que respecta a la transmisión confiable de la información, por medios sólidos de voz, datos e imagen.

La instalación de cableado estructurado debe respetar las normas de conexiones internacionales más exigentes para datos, voz y eléctricas tanto polarizadas como de servicios generales, para obtener así el mejor desempeño del sistema.

Así, para la Unidad Educativa Quitumbe el cable a utilizarse será de categoría 6 conforme la norma EIA/TIA-568-B.2-1.

Para la parte administrativa se proveerá dos puntos de red para cada usuario, el un punto será para la transmisión de datos y el otro para VoIP.

En las aulas de clase y laboratorios se ubicarán únicamente puntos de datos para transmisión de información.

En las aulas se brindará acceso inalámbrico debido a que los computadores portátiles del proyecto Intel Classmate a utilizarse solo poseen tarjetas inalámbricas.

Para mejoramiento de la seguridad del establecimiento educativo se ubicarán puntos de red para las cámaras IP, el funcionamiento será de 365/7/24 (365 días, 7 días de la semana, 24 horas al día),

En la tabla 3.2 se especifica más detalladamente la asignación de puntos de red.

MÓDULO	DEPENDENCIA	CANTIDAD	PUNTOS DE RED			TOTAL
			DATOS	VOZ	CAMARAS	
Quitumbe	Sistemas	1	7	1	1	9
	Coordinación Pedagógica	1	4	3	0	7
	Diseño	1	1	0	0	1
	Financiero	1	6	6	1	13
	Rectorado	1	2	2	1	5
	Vicerrectorado	1	2	2	1	5
	Secretaría (Abogado)	1	1	1	0	2
	Lector Biométrico	1	1	0	0	1
	Trabajo Social	1	1	1	0	2
	Psicólogo Clínico	1	1	1	0	2
	Psicología Educativa	1	4	2	0	6
	Medicina	1	2	2	0	4
	Odontología	1	1	1	0	2
	Enfermería	1	1	1	0	2
	Laboratorio de Inglés	1	1	1	0	2
	Laboratorio de Computación	1	21	0	1	22
Sala de Profesores	1	5	1	0	6	
SUBTOTAL						91
Juan Montalvo	Aulas	9	3	0	0	27
	Aulas Primero de Básica	3	1	0	0	3
	Laboratorio	1	25	0	1	26
SUBTOTAL						56
Caspicara	Aulas	6	3	0	0	18
	Música	1	1	1	0	2
	Arte	2	1	1	0	4
	Danza	1	1	1	0	2
	Laboratorio Química	1	1	1	1	3
	Laboratorio Biología	1	1	1	1	3
	Laboratorio Física	1	1	1	1	3
SUBTOTAL						35
Eugenio Espejo	Aulas	12	3	0	0	36
	Inspección	1	2	1	0	3
SUBTOTAL						39
Eloy Alfaro	Aulas	9	3	0	0	27
	Biblioteca	1	3	1	1	5
SUBTOTAL						32
Edificio Nuevo	Aulas	9	3	0	0	27
SUBTOTAL						27
TOTAL						280

Tabla 3.2. Requerimientos de puntos de red para la Unidad Educativa Quitumbe.

3.2.2 RED DE VOZ.

Para la transmisión de voz se necesita la comunicación telefónica para todos los departamentos y módulos que conforman la Unidad Educativa Quitumbe, en el diseño se proveerá las extensiones necesarias para la comunicación interna.

3.2.2.1 Número y Tipos de usuarios.

El servicio telefónico actualmente se está brindando al personal administrativo en una parte y el resto de personal no tiene este servicio.

Al momento la Unidad Educativa Quitumbe se encuentra conformada por 37 administrativos y 83 profesores.

La distribución de las extensiones telefónicas para los usuarios de la Unidad Educativa Quitumbe se detalla en la tabla 3.3.

MÓDULO	DEPENDENCIA	NÚMERO DE USUARIOS	EXTENSIONES
Quitumbe	Sistemas	1	1
	Coordinación Pedagógica	5	3
	Financiero	6	6
	Rectorado	1	1
	Vicerrectorado	1	1
	Secretaría	4	3
	Trabajo Social	1	1
	Psicología	2	3
	Odontología	1	1
	Recepción	1	1
	Medicina	1	1
	Lab. Inglés	1	1
	Enfermería	1	1
	Sala de Profesores	1	1
	Eugenio Espejo	Inspección	1	1
Eloy Alfaro	Biblioteca	1	1

Caspicara	Música 1 y 2	1	1
	Arte 1	1	1
	Danza	1	1
	Arte 2	1	1
	Lab. Química	1	1
	Lab. Biología	1	1
	Lab. Física	1	1
TOTAL			34

Tabla 3.3. *Requerimientos de extensiones telefónicas.*

3.2.2.2 Proyección de crecimiento²⁴.

El índice de crecimiento del personal es de 2 personas por año y una extensión telefónica por año.

En la tabla 3.4 se puede observar el crecimiento de extensiones a 5 y 10 años.

AÑO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
EXTENSIONES	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44

Tabla 3.4. *Proyección de crecimiento de extensiones.*

El número de extensiones a 5 y 10 años son de 39 y 44 respectivamente.

3.2.2.3 Circuitos troncales hacia la PSTN.

El flujo de tráfico a través de una central telefónica se define como el producto del número de llamadas y su duración promedio durante una hora como se indica en la ecuación 3.1.

$$A=C*T \text{ (Erlang)}$$

Ecuación 3.1²⁵

Donde:

A= Flujo de tráfico.

C=Número de llamadas originadas en una hora.

²⁴ Ing. Castro Adriana, Departamento de Sistemas Unidad Educativa Quitumbe.

²⁵ Freeman, Roger, Ingeniería de sistemas de Telecomunicaciones.

T=Tiempo promedio de llamadas.

El cálculo del tráfico actual que circula sobre la central telefónica NEC Topaz de la institución educativa se lo va a realizar aproximadamente, debido a que no posee ningún software para monitoreo del tráfico, así que se recurrió a información de la secretaria de la Institución Educativa, que se encuentra a cargo de la transferencia de las llamadas y se obtuvo la siguiente información.

Número máximo de llamadas en una hora = 20.

Promedio de duración de las llamadas = 3 minutos.

Tomando en cuenta una probabilidad de pérdida de un 1% y aplicando la ecuación 3.1 tenemos:

E=1%

C=20 llamadas/hora

T=3 minutos

$$A = 20 \frac{\text{llamadas}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \times 3 \text{ minutos}$$

$$A = 1 \text{ Erlang}$$

Con los datos de la probabilidad de pérdida de **1%**, el flujo de tráfico **1 Erlang** y las tablas de Erlang B que se presentan en el Anexo A, se determina que la Unidad Educativa Quitumbe actualmente necesita de 4 líneas troncales, eso quiere decir que actualmente la única línea troncal no abastece en momentos de mayor tráfico de voz.

Partiendo de los datos anteriores se procederá a proyectar el tráfico telefónico con la ecuación 3.2:

$$A_1 = \frac{U_f}{U_a} A_o$$

Ecuación 3.2²⁶

Donde:

A_1 = Intensidad de tráfico proyectada.

A_o = Intensidad de tráfico actual.

U_f = Usuarios finales

U_a = Usuarios actuales.

Con la Intensidad de tráfico actual de **1 Erlang** y con **10** usuarios actuales. El número de troncales convencionales según el análisis de Erlang B con una probabilidad de pérdida de **1%** se obtiene la intensidad de tráfico proyectada.

A continuación en la tabla 3.5 se detalla la intensidad de tráfico proyectada a 5 y 10 años.

Años	U_f (usuarios)	A_1 (Erlangs)	Número de troncales
0	34	3.4	9
5	39	3.9	10
10	44	4.4	10

Tabla 3.5. Proyección de crecimiento de extensiones.

3.3 DISEÑO DE LA RED DE VOZ Y DATOS.

3.3.1 CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO.

Es fundamental la identificación del tráfico que va a circular por la red tanto de las aplicaciones como de los servicios propios que brinda la institución educativa ya

²⁶ Ing. Carrasco Soraya, Reingeniería de una red de datos corporativa para la Universidad de las Américas, sede Quito, Análisis, lineamiento y aplicación, Tesis E.P.N, pág. 149.

que ciertos tipos de usos de la red van a generar gran volumen de tráfico y pueden causar congestión.

Para el caso de la Unidad Educativa Quitumbe los tipos de tráfico que van a transportar a través de la red son:

- Acceso a Internet.
- Voz / fax
- Servicio de Videoconferencia.
- Servicio de Video seguridad.
- Servicio de correo electrónico.
- Servicio de Chat.
- Transferencia de archivos.
- Computadoras que cargan software desde un sitio remoto.
- Bases de datos.
- Datos cliente / servidor.

Ciertos tipos de aplicaciones o servicios que pueden generar grandes volúmenes de información y por lo tanto causar congestión son:

- Acceso a Internet.
- Cualquier dispositivo que transmita imágenes o video.
- Instalación de software desde un sitio remoto.

Para la determinación del tráfico que circula por la red se han tomado en cuenta diferentes factores como son: acceso a páginas Web, acceso a bases de datos, descarga de información de la red, acceso a correo electrónico, descargas del Internet.

A continuación se indica el tráfico total generado en la red por aplicación y por grupos de usuarios:

En el grupo Administrativo (AD), los usuarios que tienen un computador y acceso a Internet son en total de 22 sin contar con los auxiliares de servicios; en la parte académica van a tener acceso 94 usuarios (laboratorios, biblioteca, inspección, Intel Classmate), este caso se daría cuando todos los equipos de la Unidad Educativa Quitumbe, se encuentren utilizando cierta aplicación es decir el caso crítico.

Tráfico de páginas Web²⁷.

Los usuarios de la red utilizarán el servicio de Internet, los mismos que se estima que accederán en un promedio de 10 páginas web por hora que tienen un peso aproximado de 100KB cada una.

A continuación se indica el cálculo del correo electrónico para la parte administrativa:

$$AB_{(AD)} = 22 \text{ usuarios} * \frac{100 \text{ KB}}{\text{usuario}} * \frac{8 \text{ Kb}}{1 \text{ KB}} * \frac{1}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$AB_{(AD)} = 4.89 \text{ Kbps.}$$

Tráfico de correo electrónico.

El peso del correo electrónico en promedio es de 25 KB cada uno y se considera que cada usuario revisa 1 mail cada hora, entonces:

A continuación se indica el cálculo del volumen de correo electrónico:

$$AB_{(AD)} = \frac{25 \text{ KB}}{\text{mail}} * \frac{1 \text{ mail}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$AB_{(AD)} = 0.0069 \text{ Kbps}$$

²⁷ Ing. Herrera Myriam, Ingeniería de detalle para el diseño de una Intranet con conexión a Internet para aplicaciones de voz, Datos y Video utilizando la arquitectura TCP/IP, Octubre 2004, Quito. Tesis E.P.N., pág. 52

Para la parte administrativa son 22 usuarios entonces:

$$AB_{(AD)} = 22 * 0.0069 \text{ Kbps}$$

$$AB_{(AD)} = 0.15 \text{ Kbps}$$

Tráfico de base de datos²⁸.

El acceso a la base de datos del Sistema de Gestión Académica (SGA) para el ingreso de notas de los estudiantes por parte de los profesores se estima la utilización del Laboratorio del módulo Quitumbe (20 computadoras) y los 5 computadores de la sala de profesores, es decir 25 usuarios simultáneos en 10 minutos, y el peso de una consulta a la base de datos de 50 KB.

A continuación se indica el cálculo para la parte académica:

$$AB_{(AC)} = 25 \text{ usuarios} * \frac{50 \text{ KB}}{\text{usuario}} * \frac{8 \text{ Kb}}{1 \text{ KB}} * \frac{1}{10 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$AB_{(AC)} = 16.67 \text{ Kbps}$$

Tráfico descarga de información del Internet²⁹.

El peso promedio de una descarga de Internet es de 3MB, y el tiempo aceptable de 2 minutos para una descarga de 1MB de Internet, a continuación se indica el cálculo para la parte administrativa:

$$AB_{(AD)} = 1 \text{ usuarios} * \frac{3072 \text{ KB}}{\text{usuario}} * \frac{8 \text{ Kb}}{1 \text{ KB}} * \frac{1}{6 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$AB_{(AD)} = 68.27 \text{ Kbps.}$$

En la tabla 3.6 se detalla el tráfico por grupo de usuarios y por aplicación.

²⁸ Ing. Castro Adriana, Departamento de Sistemas Unidad Educativa Quitumbe.

²⁹ Ing. Carrasco Soraya, , Reingeniería de una red de datos corporativa para la Univesidad de las Américas, sede Quito, Análisis, lineamiento y aplicación, Tesis E.P.N, pág. 154

APLICACIÓN	GRUPO DE USUARIOS	NÚMERO	TAMAÑO (KB)	VELOCIDAD (Kbps)
Páginas Web	Administrativos	22	100	4,89
	Académico	10	100	2,22
	Estudiantes	89	100	19,78
Correo Electrónico	Administrativos	22	25	0,15
	Académico	10	25	0,07
	Estudiantes	89	25	0,62
Bases de Datos	Administrativos	5	50	3,33
	Académico	25	50	16,67
Descargas de la Internet	Administrativos	2	3072	136.54
	Académico	2	3072	136.54

Tabla 3.6. Ancho de Banda por aplicación.

Tráfico de cámaras IP.

Para el cálculo del tráfico de las cámaras IP se debe tener en cuenta tres factores:

Tamaño de la imagen: Cada sistema de visualización ofrece distintos tamaños para visualizar las cámara, a mayor tamaño mayor consumo de ancho de banda.

Frame por segundo (FPS): Es el número de fotogramas por segundo que envía el sistema. El mínimo número de fotogramas para ver video en Internet es de 15 cuadros por segundo (FPS) por cada cámara.

La compresión: Cada sistema de vigilancia o cámara ip usa distintos tipos de formato, algunos son estándar y no se pueden configurar, otras permiten la opción de configuración, entre los formatos de compresión encontramos JPEG, M-JPEG, MPEG, AVi, entre otros.

En base a estos factores tenemos la ecuación 3.3.

$$AB_{(bps)} = \left[\frac{width * height * color * color\ bit\ depth * fps}{factor\ de\ compresión} \right]$$

Ecuación 3.3³⁰

³⁰ Ing. Carrasco Soraya, , Reingeniería de una red de datos corporativa para la Univesidad de las Américas, sede Quito, Análisis, lineamiento y aplicación, Tesis E.P.N, pág. 178.

Donde:

*width * heighth* = tamaño de la imagen (píxeles)

color bit depth = Profundidad del color utilizado para las imágenes

fps = Cantidad de fotos por segundo

factor de compresión = Factor de compresión de imágenes de video.

El tamaño de imagen aceptable se considera 640 x 480, 24 bits de profundidad de color, el mínimo número de fotogramas para ver video en Internet de 15 fps, y estándar de compresión MPEG-4 que va de 70:1 (bastante movimiento) a 200:1 (imágenes estáticas), el factor de compresión será de 160 ya que no existirá todo el tiempo movimiento.

Entonces reemplazando todos los valores en la ecuación 3.3 tenemos:

$$AB_{(bps)} = \left[\frac{640 * 480 * 24 * 15}{160} \right]$$

$$AB_{(bps)} = 691,2 \text{ kbps.}$$

$$AB_{\text{cámaras IP}} = AB_{(\text{video})} + AB_{(\text{voz})}$$

$$AB_{\text{cámaras IP}} = 691.2 + 64$$

$$AB_{\text{cámaras IP}} = 755.2 \text{ Kbps}$$

Como se ubicarán 9 cámaras IP entonces se tiene:

$$AB_{\text{cámaras IP}} = 10 * 755.2$$

$$AB_{\text{cámaras IP}} \mathbf{7552 \text{ Kbps.}}$$

Tráfico de VoIP³¹.

El tráfico de VoIP se lo puede calcular en base a la ecuación 3.4 que a continuación se describe:

³¹ Ing. Carrasco Soraya, , Reingeniería de una red de datos corporativa para la Univesidad de las Américas, sede Quito, Análisis, lineamiento y aplicación, Tesis E.P.N, pág. 177

$$AB_{VoIP} = AB_{codec} * \frac{\text{longitud de sobrecarga} + \text{longitud de encapsulamiento}}{\text{longitud de sobrecarga}}$$

Ecuación 3.4

El cálculo del ancho de banda requerido para la transmisión de VoIP tiene que ver con el tipo de enlace, el códec utilizado, las técnicas de compresión de cabecera, compresión de silencios.

En el caso del entorno de área local (LAN) se calcula en base a la trama *Ethernet* que está conformada por 64 bytes y el payload del codec G.711 es de 100 bytes, el formato de la trama *Ethernet* se indica en la figura 3.1

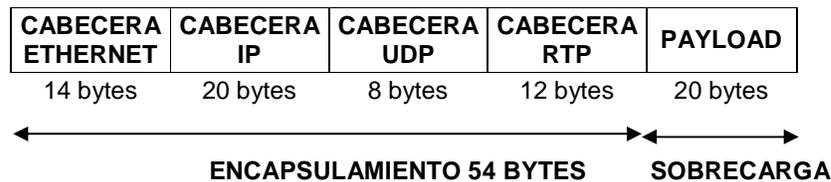


Figura 3.1. Trama *Ethernet*.

Aplicando las características de la trama *Ethernet* en la ecuación 3.4 se tiene:

$$AB_{VoIP} = 64Kbps * \frac{20bytes + 54bytes}{20bytes}$$

$$AB_{VoIP} = 85.6 Kbps.$$

Como se ubicarán 34 puntos de voz, entonces se tiene un ancho de banda total:

$$AB_{VoIP} = 34 * 85.6 Kbps.$$

$$AB_{VoIP} = 2910.4 Kbps.$$

En la tabla 3.7 se indica el ancho de banda total que necesita cada grupo de usuarios de la red, cámaras IP y VoIP.

GRUPO DE USUARIOS	ANCHO DE BANDA (Kbps)	ANCHO DE BANDA (Mbps)
Administrativos	144.91	0.14
Académico	155.50	0.15
Estudiantes	20.40	0.02
Cámaras IP	7552.00	7.38
VoIP	2910.40	2.84
TOTAL	10783.21	10.53

Tabla 3.7. Ancho de Banda total de la red interna.

3.3.2 CONEXIÓN A INTERNET.

Para el cálculo de la capacidad requerida para el enlace de Internet se toma en cuenta el tráfico más significativo como son el acceso a las páginas web y descargas de Internet.

En la tabla 3.8 se detalla el tráfico generado por páginas web y descargas del Internet.

APLICACIÓN	GRUPO DE USUARIOS	NÚMERO	TAMAÑO (KB)	VELOCIDAD (Kbps)
Páginas Web	Administrativos	22	100	4,89
	Académico	94	100	2,22
	Estudiantes	89	100	19,78
Descargas del Internet	Administrativos	2	3072	136.54
	Académico	2	3072	136.54
TOTAL				299.97

Tabla 3.8. Capacidad del enlace de Internet.

De acuerdo al análisis realizado se necesita una capacidad del enlace de 299.97 Kbps, pero los proveedores de servicios de Internet ISP ofrecen enlaces estándar de 256Kbps, 512 Kbps simétrico sin compartición (1:1), para cubrir con la necesidades del servicio de Internet se elige el de 512 Kbps, con este enlace además se cubrirá con el requerimiento de VoIP, cabe indicar cuando se necesite el servicio de videoconferencia se ocupará todo la capacidad del canal, es decir que no se brindará el servicio de Internet a ninguno de los usuarios de la red.

3.3.3 TECNOLOGÍA DE RED.

Debido a que la Unidad Educativa Quitumbe en la actualidad depende gran número de operaciones y con el afán de mejorar los procedimientos internos de dicha institución y garantizar la optimización en tiempo, se ha visto la necesidad de diseñar la red de área local que deberá brindar servicio de Internet, correo, mensajería, entre otros, además soportar aplicaciones en tiempo real como son Voz sobre la red de datos (VoIP), Videoconferencia, Video Seguridad, por lo que se requiere gran cantidad de ancho de banda para cubrir todas las demandas además de la longitud para la conexión de los módulos que sobrepasa los 100m, por todo esto se eligió la tecnología Gigabit Ethernet.

3.3.4 DISEÑO DE LA RED PASIVA.

3.3.4.1 Distribución de los puntos de red.

Los puntos de red se ubicarán tomando en cuenta la distribución de las cámaras IP, equipos de trabajo y extensiones de voz.

3.3.4.1.1 Ubicación de los puntos de red de las cámaras IP.

Las cámaras IP se ubicarán en puntos estratégicos que permitan controlar los accesos a las áreas y oficinas que requieren mayor grado de seguridad como son los Laboratorios, Área Financiera, Sistemas, Rectorado, entre otros.

En la tabla 3.2 anteriormente detallada se puede observar los lugares a los cuales se asignó una cámara IP, en la figura 3.2 se puede observar como están distribuidas las cámaras IP físicamente para la ubicación de los puntos de red en el módulo Quitumbe.

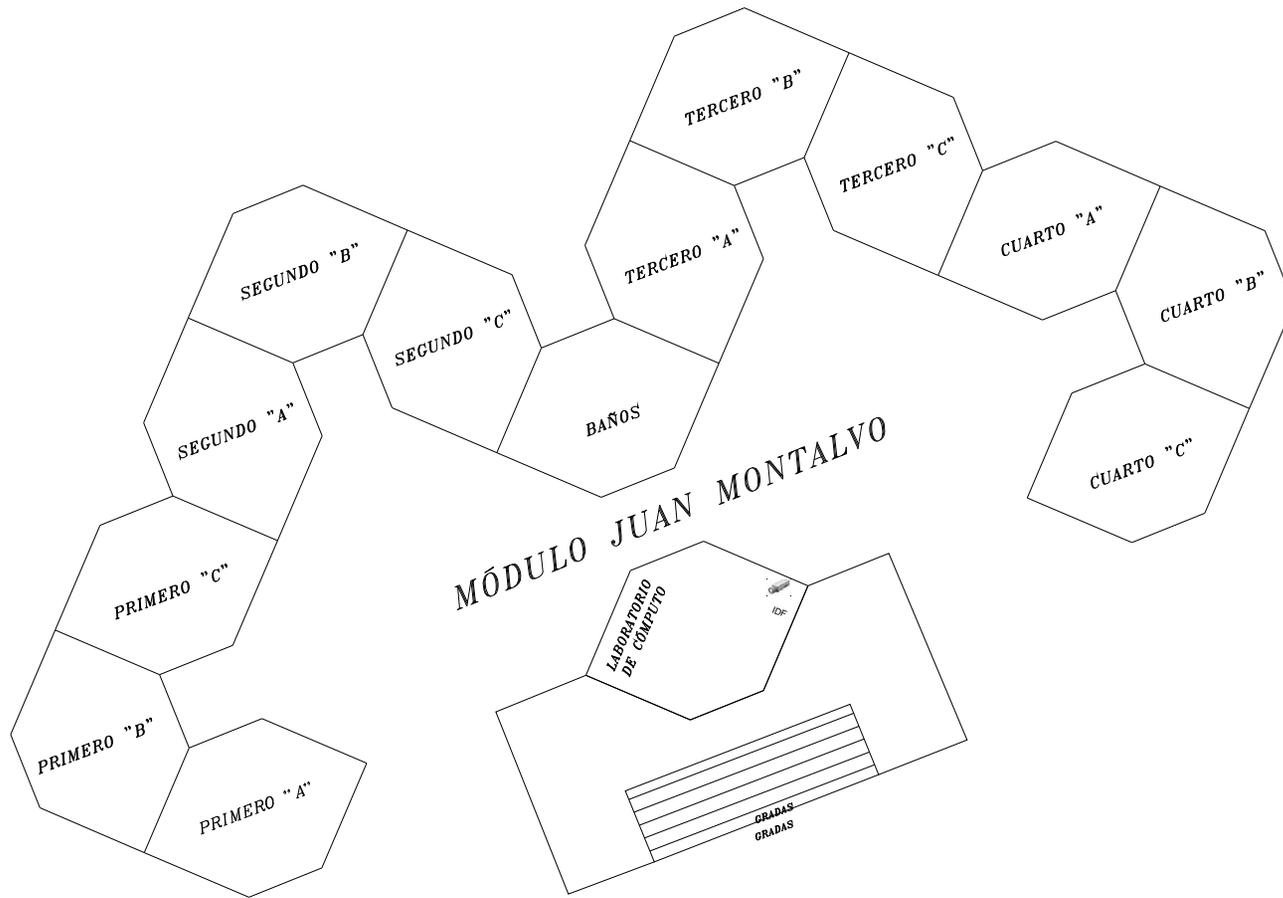


Figura 3.3. Distribución de puntos de red para las cámaras Módulo Juan Montalvo.

En la figura 3.4 se indica como están distribuidas las cámaras IP físicamente para la ubicación de los puntos de red en el módulo Eloy Alfaro.

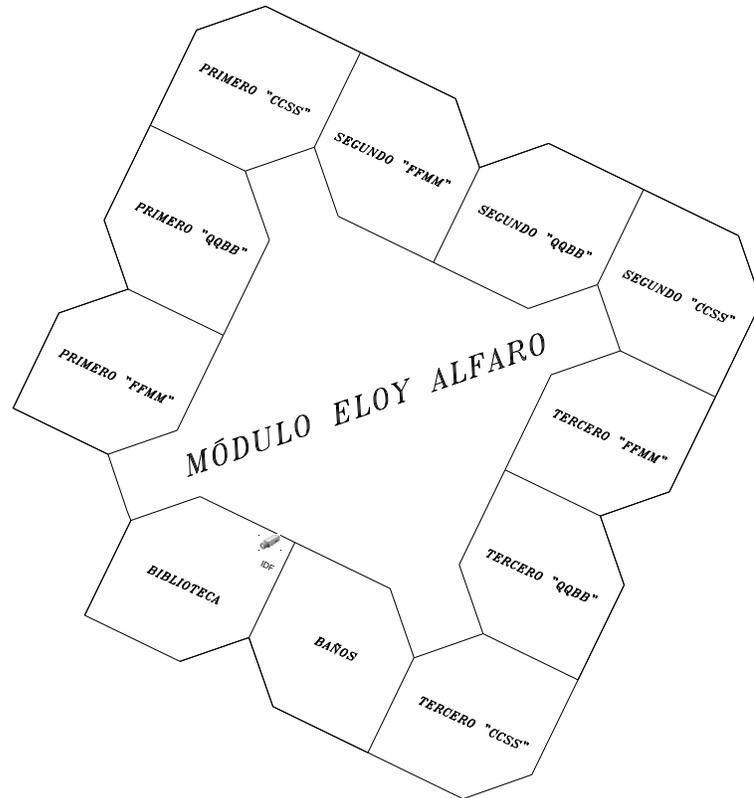


Figura 3.4. Distribución de puntos de red para las cámaras Módulo Eloy Alfaro.

En la figura 3.5 se indica como están distribuidas las cámaras IP físicamente para la ubicación de los puntos de red en el módulo Caspicara.

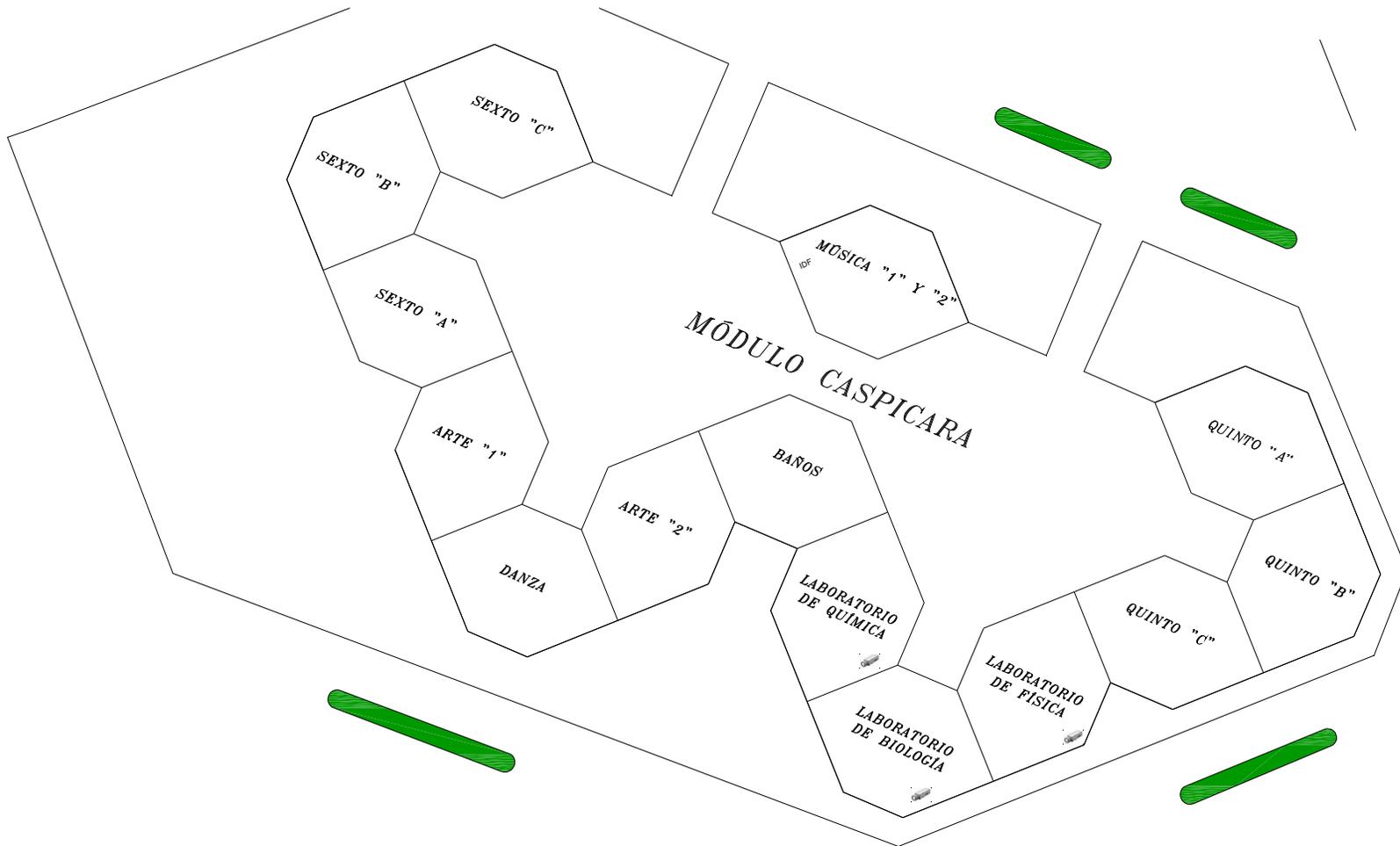


Figura 3.5. Distribución de puntos de red para las cámaras Módulo Caspicara.

3.3.4.1.2 Determinación del número de puntos de red totales.

Los puntos de red totales para la Unidad Educativa Quitumbe son de **280** que se obtienen sumando los puntos de datos más los puntos de voz y los puntos para las cámaras IP de cada uno de los módulos y edificio que conforman la institución educativa.

La distribución física de los puntos de datos, voz y cámaras IP se puede observar en el Anexo B.

3.3.4.2 Diseño del cableado estructurado³².

Para el diseño del cableado estructurado de la Institución Educativa se ha considerado el estándar TIA/EIA 568-B, que especifica el cableado de telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

Los objetivos de este estándar son:

- Definir un sistema de cableado genérico para edificios comerciales, en un ambiente multi-producto y multi-vendedor.
- Cubrir las necesidades y requisitos de todos los posibles usuarios.
- Permitir las modificaciones y ampliaciones.
- Soportar cualquier servicio de transmisión actual o futura.
- Ser lo suficientemente flexible para incorporar las novedades tecnológicas en un período mínimo de 10 años, sin tener necesidad de recablear el edificio.

3.3.4.2.1 Diseño del cuarto de telecomunicaciones.

Es el lugar donde se realizará la terminación del cableado horizontal y vertical en equipos de conexión compatibles con los medios de transmisión.

³² Ing. Flores, Fernando. Folleto de Cableado Estructurado.

De acuerdo a la norma ANSI/EIA/TIA 569-A, el cuarto de telecomunicaciones debe cumplir con lo siguiente:

- El espacio debe ser dedicado a funciones de telecomunicación.
- El equipo no relacionado a telecomunicaciones no debe ser instalado dentro, pasar a través o entrar en el cuarto de cableado.
- Mínimo de un armario por piso, se requiere uno adicional si las distancias exceden los 90 metros.
- Múltiples armarios en un piso deben ser interconectados por un conducto mínimo de 3" o un equivalente.
- Se debe disponer de iluminación. Energía y aire acondicionado.
- Un cuarto de telecomunicaciones por cada 200 Estaciones.
- Un cuarto adicional cuando excede los 90 metros.
- Al cuarto de telecomunicaciones solo podrán acceder el personal autorizado (personal de sistemas).

El cuarto de telecomunicaciones se ubicará en el Área de Sistemas, la ubicación física se indica en el plano del Anexo B.

3.3.4.2.2 Diseño de la sala de equipos.

Es el área exclusiva para los equipos de telecomunicaciones que van a ser compartidos por todos los usuarios de la red.

De acuerdo a las normas ANSI/TIA/EIA 568-B y ANSI/TIA/EIA 569-A, la sala de equipos tiene que cumplir los siguientes requisitos:

- Debe ser un área segura, bien iluminada y con protecciones para el equipo y el personal.
- Debe incorporar un sistema de tierra.
- Mantener una temperatura entre 18 y 27 grados centígrados y humedad entre 30% y 55%.

- Deberá contar con un sistema de extinción de incendios.
- Evitar sitios que podrían limitar la expansión.
- Debe ser diseñado con un mínimo de 14 m².

La sala de equipos se ubicará en el Área de Sistemas, la ubicación física se indica en el plano del Anexo B.

3.3.4.2.3 *Cableado Horizontal.*

De acuerdo a la norma ANSI/TIA/EIA 568-B el cableado horizontal debe cumplir los siguientes requisitos:

- Debe satisfacer los requerimientos actuales y facilitar el mantenimiento, crecimiento y reubicación de equipos.
- Considerar el mayor número de aplicaciones, para eliminar al mínimo un futuro recableado.
- No puede existir más de un punto de transición y un punto de consolidación entre el armario y la salida de telecomunicaciones.
- No se permiten puentes, derivaciones y empalmes a lo largo del trayecto del cableado horizontal.
- Se debe considerar la proximidad del cableado horizontal al cableado eléctrico que genera altos niveles de interferencia.

La distancia horizontal máxima es de 90 m (295 ft) para cable UTP, se mide desde el área de trabajo hasta el espacio de telecomunicaciones.

Se recomienda *patch cord*³³ de 3 m, se puede tener una longitud total de los patch cords en el área de trabajo de hasta 10 m.

La suma entre el patch cord y la longitud combinada de los cables de equipo y de conexión y el cableado horizontal debe ser de 100 m. como máximo.

³³ *Patch cord*: cable de conexión desde el punto de red hasta el equipo de trabajo.

Se reconocen los siguientes tipos de medios:

- Cable UTP 100 ohmios, 4 pares.
- Fibra óptica 62.5/125 μm , 2 fibras.

Se utilizará cable UTP 100 ohm, 4 pares categoría 6.

El cálculo³⁴ del cableado horizontal se lo realiza de la siguiente manera:

1. Ubicación de las salidas de información.
2. Con la ayuda del plano arquitectónico se determina la ruta del cable.
3. Establecer el área a servir para cada IDF³⁵ o MDF³⁶.
4. Medir la distancia del punto más lejano.
5. Medir la distancia del punto más cercano.
6. Sumar las distancias y dividir las para dos.
7. Añadir un 10% de holgura.
8. Añadir la holgura de terminación (2.5 m.).
9. El número de corridas será calculado al dividir 305 m. (longitud estándar del rollo de cable), para el resultado de la suma de los literales 6,7 y 8; aproximar al inmediato inferior.
10. Para obtener el número de rollos necesarios, se divide el número de salidas para el número de corridas por rollo, aproximar al inmediato superior.

Módulo Quitumbe.

$$d_{\text{máx}} = 31.48 \text{ m.}$$

$$d_{\text{min}} = 2.07 \text{ m.}$$

$$d_{\text{med}} = 16.78 \text{ m}$$

$$d_{\text{med}'} = 18.45 \text{ m.}$$

$$d_{\text{med}''} = 20.95 \text{ m.}$$

³⁴ Ing. FLORES, Fernando. Folleto de Cableado Estructurado.

³⁵ *IDF*: punto de distribución secundario del Sistema de Cableado Estructurado.

³⁶ *MDF*: punto de distribución principal del Sistema de Cableado Estructurado.

corridas = 14

rollos = 5

En la tabla 3.9 se indica la longitud del cable UTP categoría 6 por módulo con sus respectivas distancias.

DESCRIPCIÓN	Número de puntos	Punto más cercano (m)	Punto más lejano (m)	Distancia promedio (m)	Corridas por rollo	Rollos requeridos
MÓDULO QUITUMBE	69	2,07	31,48	16,78	14,00	5
LAB. COMPUTO QUITUMBE	22	1,53	11,7	6,62	31,00	1
MÓDULO JUAN MONTALVO	56	3,07	40,65	21,86	11,00	6
MÓDULO EUGENIO ESPEJO	39	8,12	40,68	24,40	10,00	4
MÓDULO CASPICARA	35	2,15	40,71	21,43	11,00	4
MÓDULO ELOY ALFARO	32	9,2	28,56	18,88	13,00	3
EDIFICIO NUEVO	27	6,4	28,52	17,46	14,00	2
TOTAL						25

Tabla 3.9. Número de rollos de cable UTP categoría 6 requeridos.

3.3.4.2.4 Cableado vertical.

Para el cableado vertical (Gigabit Ethernet) se utilizará fibra óptica multimodo 62.5/125 μm con conectores de tipo SC, ésta puede cubrir distancias máximas de hasta 2000 m.

En la tabla 3.10 se indica la longitud de fibra óptica y los elementos utilizados para interconectar los diferentes módulos de la institución educativa

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Fibra óptica multimodo 62,5/125 μm	620 m
Conectores SC	24
Transceiver	24

Tabla 3.10. Longitud de fibra óptica y elementos.

3.3.4.2.5 Selección de los Racks³⁷.

Para el diseño se utilizarán racks abiertos con sus respectivos organizadores horizontales y verticales.

En la tabla 3.11 se indica que dispositivos y elementos va a albergar cada rack por ubicación.

UBICACIÓN	ELEMENTO	CANTIDAD	MEDIDAS (U)
MÓDULO QUITUMBE	switch central	1	1
	switch acceso	2	2
	organizador horizontal	5	10
	organizador vertical	2	0
	patch panel	3	5
	patch panel de fibra	1	1
	panel de tomas de energía	1	1
TOTAL			20
LAB. MÓDULO QUITUMBE	switch acceso	1	1
	organizador horizontal	2	4
	organizador vertical	2	0
	patch panel	1	2
	panel de tomas de energía	1	1
TOTAL			8
MÓDULO JUAN MONTALVO	switch acceso	2	2
	organizador horizontal	4	8
	organizador vertical	2	0
	patch panel	2	3
	panel de tomas de energía	1	1
TOTAL			14
MÓDULO CASPICARA	switch acceso	1	1
	organizador horizontal	3	6
	organizador vertical	2	0
	patch panel	1	2
	panel de tomas de energía	1	1
TOTAL			10

³⁷ Rack: estructura metálica utilizada para soportar varios dispositivos, organizadores, patch panel, etc.

MÓDULO EUGENIO ESPEJO	switch acceso	1	1
	organizador horizontal	3	6
	organizador vertical	2	0
	patch panel	1	2
	panel de tomas de energía	1	1
TOTAL			10
MÓDULO ELOY ALFARO	switch acceso	1	1
	organizador horizontal	3	6
	organizador vertical	2	0
	patch panel	1	2
	panel de tomas de energía	1	1
TOTAL			10
EDIFICIO NUEVO	switch acceso	1	1
	organizador horizontal	3	6
	organizador vertical	2	0
	patch panel	1	2
	panel de tomas de energía	1	1
TOTAL			10

Tabla 3.11. Dimensiones de los Racks.

En el mercado existen racks estándar de 1.8 metros o 1.2 metros. Para el caso del área de Sistemas ubicada en el módulo Quitumbe, el rack tendrá que alojar la mayor cantidad de switches, *patch panels*³⁸, organizadores horizontales ya que se encuentra el MDF, por este motivo se elige un rack de 1.8 metros, para el caso de los demás ubicaciones se escogerán racks de 1.2 metros.

En la figura 3.6 se indica la distribución del rack MDF que se encuentra ubicado en el módulo Quitumbe.

³⁸ *patch panel*: paneles para la organización de cableado estructurado.

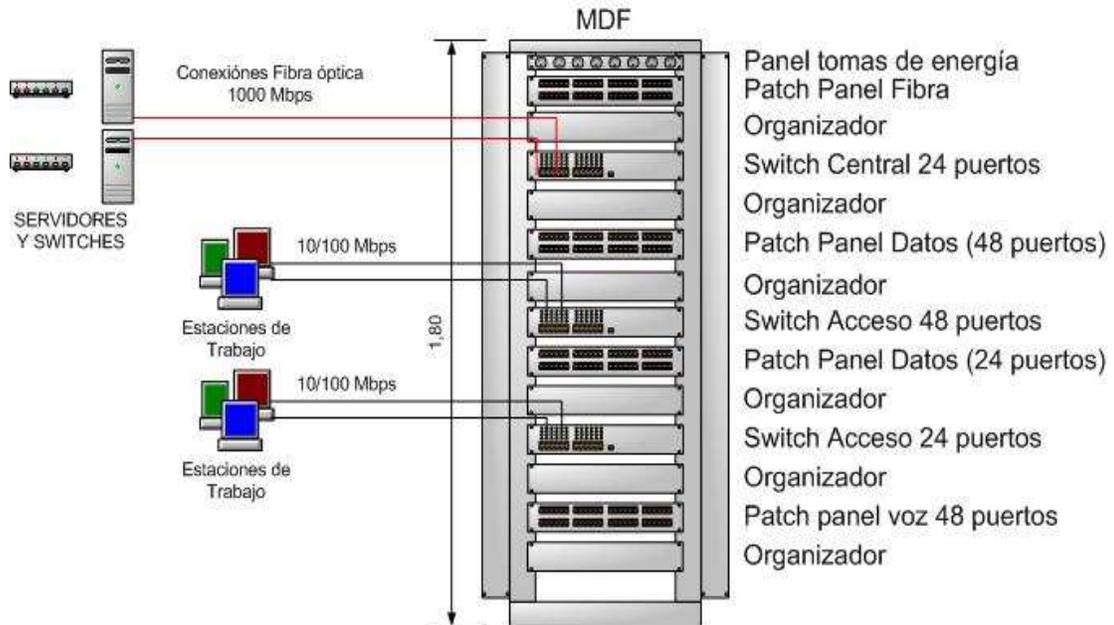


Figura 3.6. Distribución del Rack MDF Módulo Quitumbe.

En la figura 3.7 se indica la distribución del rack IDF que se encuentra ubicado en el Laboratorio del módulo Quitumbe.

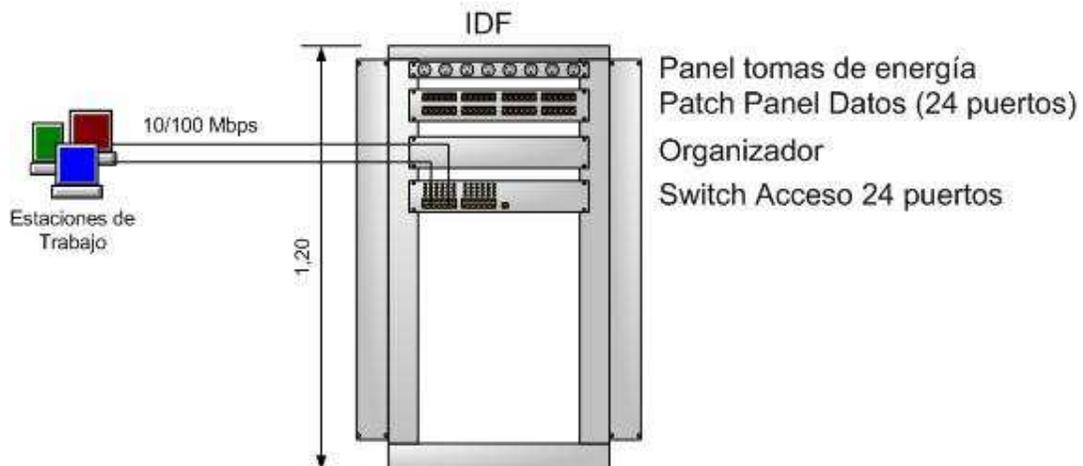


Figura 3.7. Distribución del Rack IDF Laboratorio Módulo Quitumbe.

En la figura 3.8 se indica la distribución del rack IDF que se encuentra ubicado en el módulo Juan Montalvo.

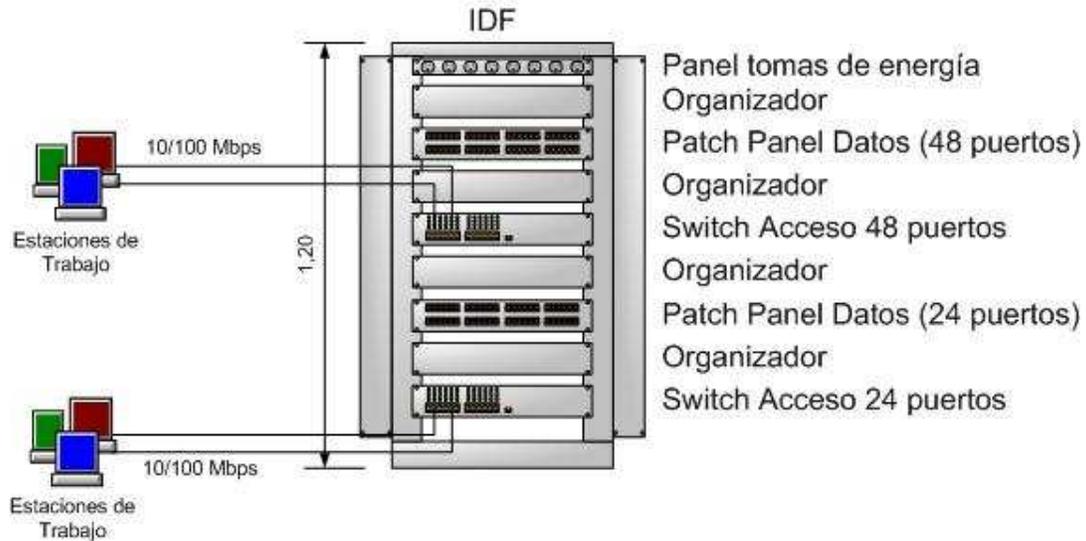


Figura 3.8. Distribución del Rack IDF Módulo Juan Montalvo.

En la figura 3.9 se indica la distribución del rack IDF que se encuentra ubicado en el módulo Caspicara.

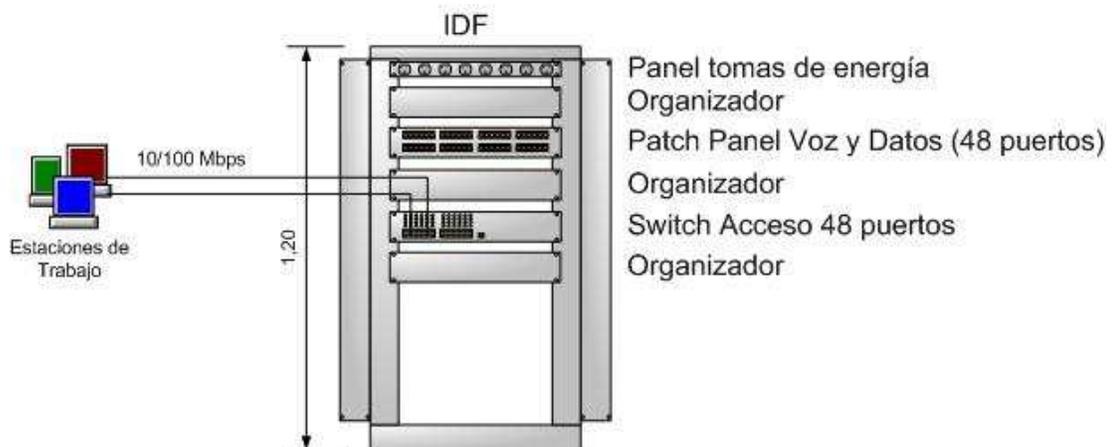


Figura 3.9. Distribución del Rack IDF Módulo Caspicara.

En la figura 3.10 se indica la distribución del rack IDF que se encuentra ubicado en el módulo Eugenio Espejo.

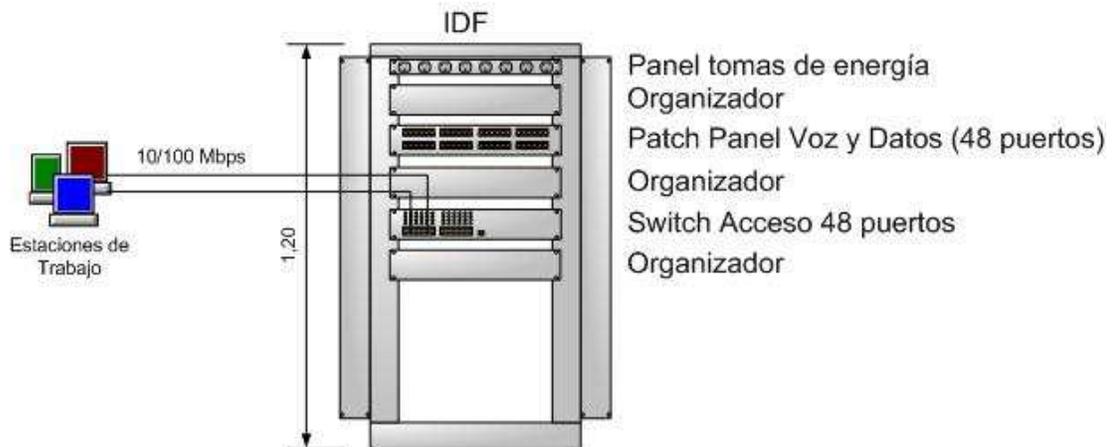


Figura 3.10. Distribución del Rack IDF Módulo Eugenio Espejo.

En la figura 3.11 se indica la distribución del rack IDF que se encuentra ubicado en el módulo Eloy Alfaro.

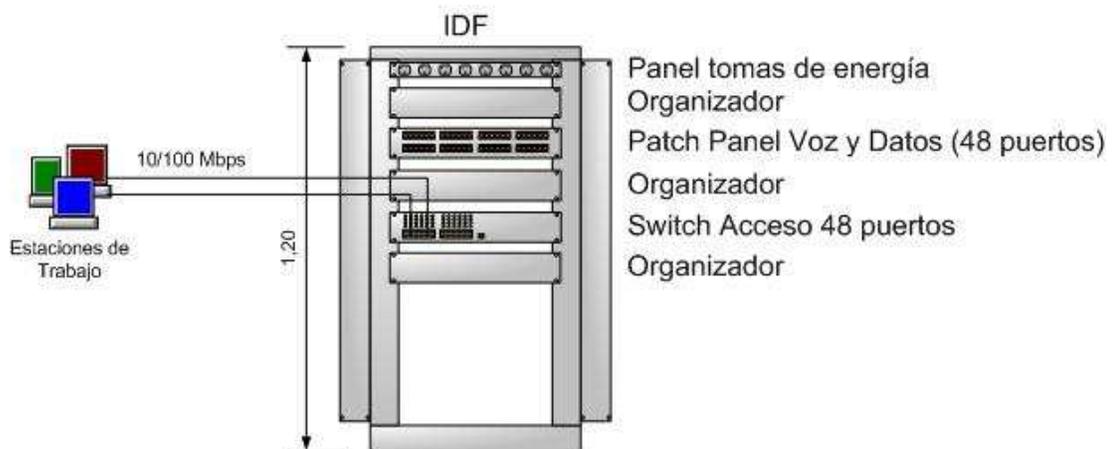


Figura 3.11. Distribución del Rack IDF Módulo Eloy Alfaro.

En la figura 3.12 se indica la distribución del rack IDF que se encuentra ubicado en el Edificio Nuevo.

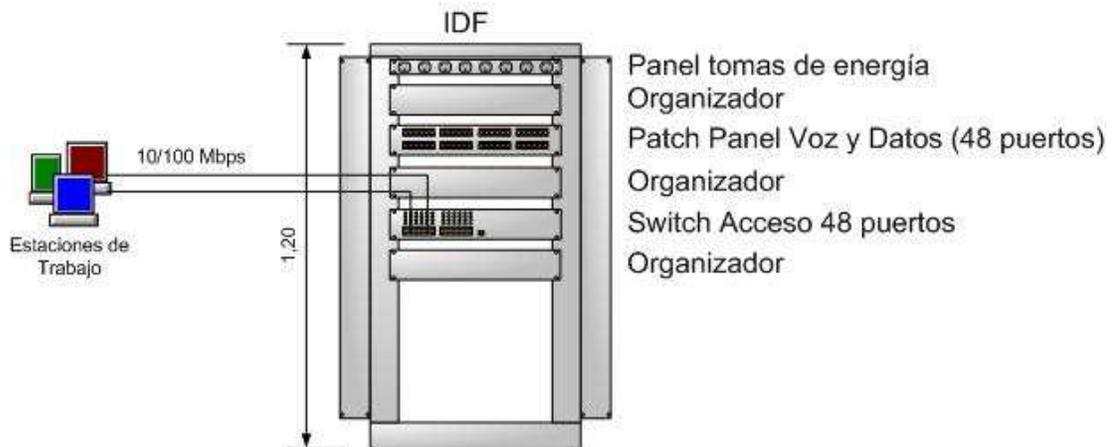


Figura 3.12. Distribución del Rack IDF Edificio Nuevo.

3.3.4.2.6 Etiquetación.

No es un elemento físico de la infraestructura de telecomunicaciones, pero es un método para mantener la documentación sobre todo de los otros elementos y la manera como los mismos son implementados en la parte de la infraestructura.

En la tabla 3.12 se considera el siguiente código de colores para facilitar la administración del cableado.

NARANJA	Terminación central de oficina
VERDE	Servicios en el cuarto de equipos
PURPURA	Conexión cruzada / equipo de datos
BLANCO	Primer Nivel del backbone.
GRIS	Segundo Nivel del backbone.
AZUL	Terminación cableado horizontal
CAFÉ	Terminación del Backbone entre edificios
AMARILLO	Misceláneas (alarmas, seguridad, etc.)
ROJO	Reservado para el futuro

Tabla 3.12. Colores Etiquetación.

En el caso de la Unidad Educativa Quitumbe se considera la siguiente nomenclatura para la identificación de las salidas, puertos de los patch panels y cables que conforman el cableado estructurado:

Las salidas se identifican con números y dependiendo si es de voz y datos de la siguiente manera:

V01: identifica el puerto 01 y es de Voz.

D01: identifica el puerto 01 y es de Datos.

En el Anexo B se puede observar la ubicación con su respectiva nomenclatura de todos los puntos de voz y datos.

Para identificar el puerto del patch panel y los cables se procede de la siguiente manera:

Primero se ubica el Rack al cual se encuentra conectado e identificando el módulo o edificio, como se puede observar en la tabla 3.13:

MÓDULO	IDENTIFICACIÓN
Quitumbe	Q
Lab. Quitumbe	LQ
Juan Montalvo	JM
Caspicara	C
Eugenio Espejo	EE
Eloy Alfaro	EA
Edificio Nuevo	EN

Tabla 3.13. *Identificación de Racks.*

Luego se identifica el patch panel al cual se encuentra conectado el punto de red y se procede a identificar de acuerdo a la ubicación en el Rack de arriba hacia abajo.

Luego se identifica el puerto de acuerdo a la ubicación en el patch panel de izquierda a derecha y por último se identifica si es puerto de voz o datos.

A continuación se indican ejemplos para la etiquetación de cables y el puerto del patch panel.

Q0105D: esta nomenclatura indica que el punto de red se encuentra en el Rack del módulo Quitumbe en el patch panel 01 en el puerto 05 y es de Datos.

EA0101V: esta nomenclatura indica que el punto de red se encuentra en el Rack del módulo Eloy Alfaro en el patch panel 01 en el puerto 01 y es de Voz.

3.3.4.2.7 Pruebas de certificación.

Se debe realizar pruebas de certificación tanto del cableado horizontal (UTP) como del cableado vertical (fibra óptica), para garantizar el correcto desempeño de la red.

Las pruebas a realizarse son las siguientes:

- Mapa de Cables
- Longitud.
- Pérdidas de Inserción
- Next.
- PS Next
- ELFext
- PS ELFext
- Pérdidas por Retorno.
- Tiempo de Propagación.
- Diferencia en Tiempo de propagación.

A continuación se indica en la tabla 3.14 los valores mínimos aceptados para de las pruebas a realizarse de cable horizontal de cobre de 4 pares a 250 MHz.

Frecuencia (MHz)	Pérdida por Inserción (dB)	Next PP (dB)	ACR PP (dB)	Next P>> (dB)	ACR P8 (dB)	ELFext PP (dB)	ELFext l>> (dB)	Pérdida por Retorno (dB)	Retardo Propagación (ns)
1	3.0	65.0	32.0	62.0	59.0	64.2	61.2	19.1	521
4	3.5	64.1	60.6	61.8	58.3	52.1	49.1	21.0	504
8	5.0	59.4	54.4	57.0	52.1	46.1	43.1	21.0	500
10	5.6	57.8	52.3	55.5	49.9	44.2	41.2	21.0	498
16	7.0	54.6	47.6	52.2	45.2	40.1	37.1	20.0	496
20	7.9	53.1	45.2	50.7	42.8	38.2	35.2	19.5	495
100	18.6	41.8	23.3	39.3	20.7	24.2	21.2	14.0	491
125	21.0	40.3	19.3	37.7	16.7	22.3	19.3	13.0	491
200	27.4	36.9	9.6	34.3	7.0	18.2	15.2	11.0	490
250	31.1	35.3	4.2	37.7	1.6	16.2	13.2	10.0	490

Tabla 3.14. Valores mínimos aceptados de las pruebas de certificación³⁹.

3.3.5 DISEÑO DE LA RED ACTIVA.

Para el diseño de la red activa se debe considerar las estaciones de trabajo, los servidores, equipos de red y la VoIP.

3.3.5.1 Estaciones de trabajo.

Las estaciones de trabajo son los equipos que interactúan directamente con el usuario de la red y dependen de los servicios brindados por la red.

En la institución educativa cuentan con PCs, Mac y computadores portátiles, la parte administrativa y académica cuenta con PCs a excepción del área de diseño que cuenta con un equipo Macintosh, el proyecto Intel Classmate cuenta con computadores portátiles.

Todos los Pcs y equipos portátiles funcionarán con el Sistema Operativo Windows XP con las respectivas aplicaciones para cada grupo de usuarios, el equipo Macintosh funcionará con aplicaciones propias para este sistema operativo.

³⁹ <http://www.administracion.chiapas.gob.mx-normatividad-destecnologico-Anexo2.pdf>

3.3.5.2 Servidores.

3.3.5.2.1 Determinación del número de servidores⁴⁰.

El Sistema de Ruteo, y los servicios de Internet, Proxy y Firewall, van unificados en un solo equipo, el cual tendrá instalado y configurado el SO Linux Centos 6.0 en modo texto, para que no exista demasiado consumo de recursos de procesador y memoria, además por ser un servicio muy crítico, por que de este depende la comunicación hacia el Internet se implementará la tecnología RAID 1 para replicar y respaldar la información y poder brindar disponibilidad de conexión al exterior en caso de alguna anomalía.

Las características mínimas en hardware para este servidor son las siguientes:

CPU: Intel Xeon 2.0 GHz.

DISCO DURO: 2 discos SAS de 72 GB de capacidad.

MEMORIA: 1 GB de RAM.

Servidor de Correo Electrónico: se encuentra ubicado en un solo equipo debido a que este servicio consume gran cantidad de recursos especialmente memoria, espacio en disco duro y procesador, se instalará y configurado con el S.O Linux Centos 6.0 en modo gráfico con el servicio sendmail que se encargará de la entrega y recepción de los correos electrónicos.

Cada usuario tendrá un espacio de 50 MB para albergar los correos electrónicos, como son 1550 usuarios, entonces ocuparán alrededor de 80 GB.

Éste servidor por ser crítico ya que debe brindar las 24 horas del día servicio a la Unidad Educativa Quitumbe y a la Internet, se implementará la tecnología RAID 1 para replicar y respaldar la información y poder brindar disponibilidad de este servicio en caso de alguna anomalía.

⁴⁰ ACADEMIA LINUX, IBM Ace Certificate, Administración del Sistema Linux, UTPL.

Los usuarios tendrán acceso a su correo electrónico desde cualquier lugar de la institución educativa que tenga acceso a Internet, para lo cual se instalará la aplicación Webmail.

Las características mínimas en hardware para este servidor son las siguientes:

CPU: Intel Xeon 2.0 GHz.

DISCO DURO: 2 discos SAS de 120 GB de capacidad.

MEMORIA: 1 GB de RAM.

Servidor Sistema de Gestión Académica (SGA): este servidor se encargará de almacenar los parámetros operativos y se incorporará la información específica de la institución educativa, contendrá los datos de los alumnos, profesores, niveles y claves de acceso, se define el pènsun y los horarios de clases, etc.

Este servidor requiere un sistema de respaldos, ya que es información de suma importancia para la Institución Educativa, por lo que se implementará la tecnología RAID 1 para replicar y respaldar la información.

En este servidor se instalará el sistema operativo Windows 2003 Server y SQL Server para la base de datos y el sistema de gestión académica (SGA).

Las características mínimas en hardware para este servidor son las siguientes:

CPU: Intel Xeon 2.8 GHz.

DISCO DURO: 2 discos SAS de 120 GB de capacidad.

MEMORIA: 2 GB de RAM.

Servidor de Antivirus: este servidor se encargará de la seguridad contra ataques de virus, gusanos, troyanos, entre otros, asegurando el libre flujo de información dentro de la Unidad Educativa Quitumbe y con el mundo exterior.

El antivirus debe incluir componentes para la protección de estaciones, dispositivos móviles y servidores, para recursos compartidos contra todo tipo de amenazas en Internet, eliminando los virus del correo, manteniendo la información segura y plenamente accesible a los usuarios de los recursos de la red.

La instalación y administración debe ser centralizada, además debe emitir reportes sobre el estado del sistema.

Las características mínimas en hardware para este servidor son las siguientes:

CPU: Intel Core 2 Duo 2.8 GHz.

DISCO DURO: 1 discos SATA de 120 GB de capacidad.

MEMORIA: 2 GB de RAM.

Servidor DNS y DHCP: El servicio de DNS permite a las computadoras cliente, colocar en su red y resolver nombres de dominio DNS dentro de la red, se configurará en otro equipo debido a que es el elemento principal para el funcionamiento de la Intranet y se brindará mayor seguridad.

En este servidor se instalará el sistema operativo Windows 2003 Server y poner en funcionamiento el Active Directory, además del servicio de asignación de IPs automáticas DHCP.

Las características mínimas en hardware para este servidor son las siguientes:

CPU: Intel Xeon 2.8 GHz.

DISCO DURO: 1 discos SATA de 72 GB de capacidad.

MEMORIA: 512 MB de RAM.

3.3.5.3 Equipos activos de red.

Los equipos a considerarse son los switches, las cámaras IP y equipos para la red inalámbrica.

En la tabla 3.13 se especifica las características que deben cumplir los equipos activos de red.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Cámaras IP	Resolución mayor o igual a 640 x 480 Interface Ethernet 10/100 Base T Compresión MPEG-4 Y JPEG Protocolos TCP/IP, HTTP, TELNET, SNMP y DHCP Fotogramas mayor o igual a 15 fps Protección mediante password Compresión de audio G.711 2 Megapixeles de calidad
Switch acceso	48 puertos 10/100 Mbps 2 puertos gigabit ethernet 10/100/1000 Mbps uplink Manejo y administración de VLANs (IEEE 802,1Q) Velocidad de backplane mínima de 11,6 Gbps Velocidad de conmutación de paquetes de 8700 Mbps Conmutación a nivel de capa 2 Autonegociación de la velocidad del puerto Protocolos: IP, OSPF, RIPv2, BGP, DHCP, Telnet, SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3, RMON Manejo de listas de acceso nivel 2 Protocolo Spanning tree (802.1 d) Identificación de puertos conectados a la red LAN Soporte para paquetes de telefonía IP (VoIP)
Switch central	7 puertos gigabit ethernet 10/100/1000 Mbps mínimo Manejo y administración de VLANs (IEEE 802,1Q) Velocidad de backplane mínima de 21,6 Gbps Velocidad de conmutación de paquetes de 16200 Mbps Conmutación a nivel de capa 2, 3 y 4 Autonegociación de la velocidad del puerto Protocolos: IP, OSPF, RIPv2, BGP, DHCP, Telnet, SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3, RMON Manejo de listas de acceso nivel 2, 3 y 4 Configuración vía HTTP QoS de nivel 2, 3 y 4 (802.1 p, DiffServ y asignación de Ancho de Banda) Protocolo Spanning tree (802.1 d) IP versión 6 Soporte para paquetes de telefonía IP (VoIP) Manejo de QoS para reconocer, priorizar y clasificar tráfico de VoIP Manejo de QoS para reconocer, priorizar y clasificar tráfico de Telefonía IP

Tabla 3.15. Características de los equipos activos de red.

La tabla 3.14 detalla el número de switches requeridos para brindar conectividad a los usuarios de la institución educativa.

DEPENDENCIA	TIPO DE SWITCH	NUMERO DE PUERTOS	CANTIDAD
MÓDULO QUITUMBE	Central	12	1
	Acceso	48	1
LAB. MÓDULO QUITUMBE	Acceso	24	1
MÓDULO JUAN MONTALVO	Acceso	48	1
	Acceso	24	1
MÓDULO CASPICARA	Acceso	48	1
MÓDULO EUGENIO ESPEJO	Acceso	48	1
MÓDULO ELOY ALFARO	Acceso	48	1
EDIFICIO NUEVO	Acceso	48	1

Tabla 3.16. *Número de equipos de red requeridos.*

3.3.6 DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA.

La red inalámbrica únicamente servirá para la conexión de las 45 computadoras portátiles del proyecto Intel Classmate, el área que cubrirán será en las aulas que se encuentren ubicadas estas computadoras, debido a que la densidad de conexiones es alta y el rendimiento de la red disminuye, se ubicarán 3 Access Point en diferentes canales para evitar interferencias, cada Access Point brindará conexión a 15 usuarios, de esta manera se tendrá una velocidad adecuada para cada estudiante.

En la figura 3.13 se indica la distribución de los Access Point.

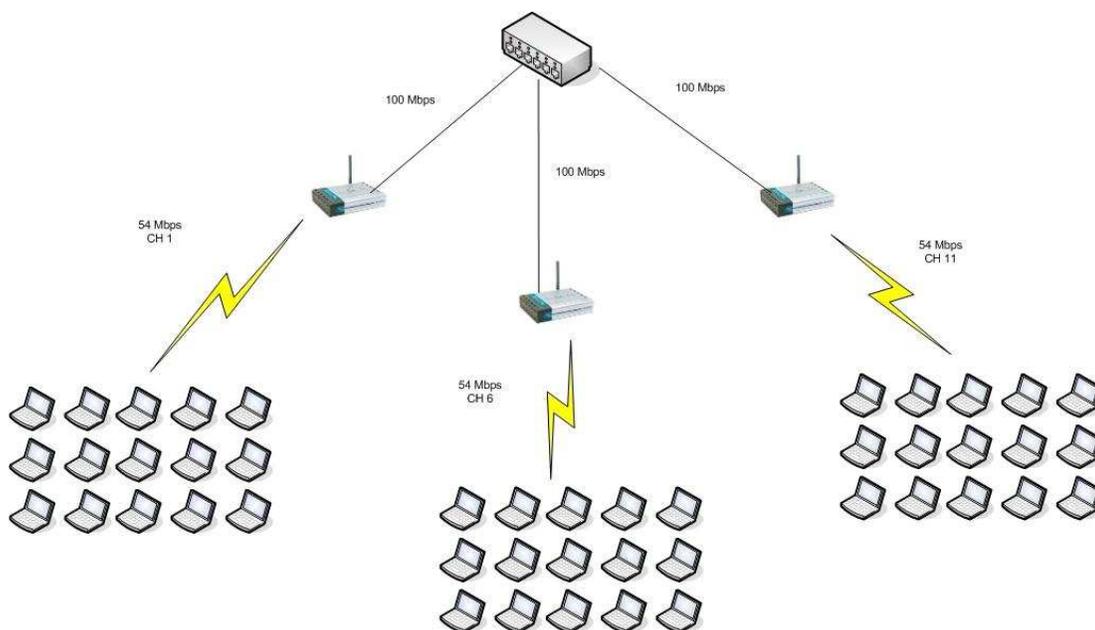


Figura 3.13. Distribución de los Access Point.

En la tabla 3.15 se especifica las características de los Access Point para ubicarlos en las aulas.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Access Point	Velocidad de conexión 54 Mbps. Protocolo de gestión remota: SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3, Telnet, HTTP Identificadores de estado: actividad de enlace, alimentación Algoritmos de cifrado: DES, TLS, TTLS Protección mediante password Cumplimiento de normas: IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, WiFi Certificado Interfaz: 10 Base T / 100 Base TX, RJ45

Tabla 3.17. Características de los Access Point.

3.3.7 DISEÑO LÓGICO.

3.3.7.1 Diseño de VLANs⁴¹.

La red de la Unidad Educativa Quitumbe estará conformada por subredes asociadas a 5 VLANs independientes: Cámaras IP, Administrativo, Académica, Área Financiera y Servidores, para brindar mayor seguridad entre las diferentes dependencias.

VLAN Cámaras IP: Debido a que la seguridad de la institución educativa es de suma importancia, se debe controlar los accesos para el monitoreo y respaldo de esta información.

VLAN Administrativa: Se debe proteger al personal administrativo de accesos no autorizados ya que la información que circule por esta VLAN es susceptible a modificaciones.

VLAN Académica: Se dedica principalmente a prestar servicio al sector estudiantil conformada por laboratorios, biblioteca.

VLAN Financiera: Se debe tener un mayor control sobre esta información de accesos no autorizados que puedan modificarla o dañarla.

VLAN Servidores: Se debe proteger esta VLAN de accesos no autorizados que puedan dañar a los servidores ocasionando problemas en los servicios brindados.

3.3.7.2 Asignación de IPs.

Actualmente la Unidad Educativa Quitumbe posee 104 equipos de cómputo entre PCs y equipos portátiles, que se encuentran distribuidos en toda la institución educativa, estas estaciones de trabajo contarán con asignaciones de direcciones IP con DHCP mientras que los servidores serán asignados IPs estáticas.

⁴¹ VLAN: Red Lan Virtual.

Se utilizará la dirección de red privada clase C 192.168.0.0 con máscara 255.255.252.0, debido a que en la parte académica tiene 89 computadores, para mejorar la administración, ésta red se dividirá en subredes que abarcarán 127 computadores y se asignarán a cada VLAN.

La asignación de direcciones IP a las subredes se describe en la tabla 3.16.

VLAN	SUBRED	RANGO DE DIRECCIONES IP
Cámaras IP	192.168.0.128	Desde: 192.168.0.129 Hasta: 192.168.0.255
Administrativa	192.168.1.0	Desde: 192.168.1.1 Hasta: 192.168.1.127
Académica	192.168.1.128	Desde: 192.168.1.129 Hasta: 192.168.1.255
Financiera	192.168.2.0	Desde: 192.168.2.1 Hasta: 192.168.2.127
Servidores	192.168.2.128	Desde: 192.168.2.129 Hasta: 192.168.2.255

Tabla 3.18. *Asignación de direcciones IP.*

3.3.8 ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD DE LA RED.

3.3.8.1 Administración de la Red.

Para la administración de la red de la Unidad Educativa Quitumbe se emplearán una herramienta de administración y se implantarán políticas de administración.

Políticas de Administración.

Las políticas de administración serán documentadas para luego ser aprobadas por las autoridades del centro educativo.

A continuación se enumeran las políticas:

- El procedimiento para detección de errores y su posterior corrección debe ser establecido por el departamento de Sistemas.
- Se deben generar automáticamente reportes de logs de errores ocurridos en la red.
- El software de administración debe generar alarmas y reportar cuando el usuario lo requiera.

3.3.8.2 Seguridad de la Red⁴².

La seguridad de la información es funcional si se logra la preservación de:

- **Confidencialidad:** Aseguramiento de que la información es accesible sólo para aquellos autorizados a tener acceso
- **Integridad:** Garantía de la exactitud y totalidad de la información y de los métodos de procesamiento.
- **Disponibilidad:** Aseguramiento de que los usuarios autorizados tienen acceso cuando lo requieran a la información y a los recursos relacionados.

A continuación se enumeran las políticas de seguridad para el centro educativo:

Políticas sobre HW y SW⁴³.

Normas de uso del equipo computacional.- Entiéndase como Equipo Computacional todos los computadores personales, scanners, copiadoras, proyectores, plotters e impresoras. Para el uso se considerará lo siguiente:

- a) El equipo computacional de la Unidad Educativa Quitumbe debe ser utilizado en labores inherentes a las funciones encomendadas,
- b) El cuidado y limpieza externa de los equipos computacionales son responsabilidad exclusiva del custodio del bien, se prohíbe tener cerca de los equipos comida o bebidas para evitar daños a los equipos.
- c) Los usuarios que detecten daños o anomalías en el equipo computacional deberán reportarlos de forma inmediata al Departamento de Sistemas.

⁴² Ing. Ávila Nelson, Folleto de Seguridad de Redes.

⁴³ <http://www.azuay.gov.ec/pdf/Reglamento%20Uso%20Herramientas%20Inform%C3%Alticas.com>

- d) El usuario será responsable de precautelarse su contraseña de inicio de sesión, con el fin de evitar accesos no autorizados a su equipo. Todo lo que devenga del mal uso del equipo será de responsabilidad del custodio,
- e) Las unidades para la recarga de impresión (tóners, cintas y cartuchos de tinta) deben ser solicitadas al Dpto. de Sistemas, los cuales serán entregados al usuario que las solicite previa presentación de la unidad recién acabada.
- f) Los usuarios se comprometerán a optimizar el uso de los recursos de impresión, como: realizando las impresiones en modo borrador o en baja calidad cuando el documento lo amerite.
- g) Queda prohibido instalar software que no sea aprobado por el Departamento de Sistemas, ya que éste puede ocasionar daño al equipo computacional.
- h) Queda prohibido el cambio o salida de equipos de cómputo sin la previa autorización del Dpto. de Sistemas, quien es el único autorizado para el cambio o movimiento de éstos.

CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL⁴⁴

Cuenta del usuario, contraseña y seguridad del Correo Electrónico Institucional.-

- a) Todos los equipos informáticos de la Unidad Educativa Quitumbe disponen del servicio de correo electrónico institucional.
- b) El usuario es responsable de mantener la confidencialidad de su contraseña y de su nombre de cuenta; además, será el único responsable de todas y cada una de las actividades relacionadas con la misma.
- c) Deberá notificar de manera inmediata al Departamento de Sistemas, cualquier uso no autorizado de su cuenta o cualquier otra vulneración de su seguridad.

⁴⁴ <http://www.azuguay.gov.ec/pdf/Reglamento%20Uso%20Herramientas%20Inform%C3%Alticas.com>

Uso y Privacidad del Correo Electrónico Institucional.

- a) El Departamento de Sistemas respetará la privacidad de los usuarios. No divulgará información acerca de su cuenta de usuario o del uso que haga del servicio a menos que sea requerido para cumplir con procedimientos legales.

Conducta de los usuarios del Correo Electrónico Institucional.

- a) Como condición al uso del Servicio, el usuario garantiza al Departamento de Sistemas que no utilizará el mismo para fines no permitidos en los términos y condiciones de este reglamento.
- b) El servicio sólo se presta a usuarios de la Unidad Educativa Municipal Quitumbe y únicamente para uso en relación a las funciones inherentes a su cargo.
- c) El usuario se compromete a usar el servicio únicamente para enviar y recibir mensajes con fines laborales o académicos. Se prohíbe expresamente cualquier uso personal o comercial no autorizado.
- d) El usuario es el único responsable de todos los actos u omisiones que sucedan en relación con su cuenta o contraseña, incluido el contenido de sus transmisiones a través del servicio.
- e) No se debe usar el servicio en relación con encuestas, concursos, cartas en cadena, mensajes no deseados, correos molestos u otros mensajes duplicativos o no solicitados.
- f) Prohibido utilizar el correo electrónico para difamar, insultar, acosar, acechar, amenazar o infringir de cualquier otra forma los derechos de terceros o de la Institución.
- g) En el correo electrónico no se permite publicar, distribuir o divulgar cualquier información o material inapropiado, difamatorio, ilícito, obsceno, indecente o ilegal.
- h) Prohibido recopilar o de cualquier otro modo recabar información sobre terceros, incluidas sus direcciones de correo electrónico, sin su consentimiento.

Políticas de red.

Uso de la red.- El uso de los servicios de la red será exclusivamente con fines laborales y de investigación, lo que excluye cualquier uso comercial de la red o cualquier otra actividad que voluntariamente tienda a afectar a otros usuarios de la misma, tanto en las prestaciones de ésta como en la privacidad de su información.

Restricciones para el uso de la Red de Datos.- En particular quedan expresamente restringidas las siguientes acciones:

- a) Usar indebidamente los sistemas o equipos conectados a los Servidores y otras redes a las que se proporcione acceso; si por esta razón se ocasionan daños, el usuario será responsable de los mismos.
- b) Ingresar otros Computadores Personales para que formen parte de la red, sin la autorización correspondiente.
- c) Diseminar virus y otros tipos de programas dañinos para sistemas de procesamiento de información.
- d) Utilizar los medios de la red con fines propagandistas o comerciales.
- e) Congestionar enlaces de comunicaciones o sistemas informáticos mediante la transferencia o ejecución de archivos o programas que no son de uso propio del trabajo.
- f) Acceder, analizar, modificar o exportar archivos a los cuales no se tengan la autorización respectiva.
- g) Interferir o interrumpir redes conectadas con el servicio o infringir las normas, directivas o procedimientos de dichas redes.
- h) Intentar obtener acceso de forma no autorizada al servicio, a otras cuentas, a sistemas informáticos o a redes conectadas con el servicio, a través de búsqueda automática de contraseñas o por otros medios.

Además de las políticas antes mencionadas la red para su seguridad contará con los servicios de: Firewall, Proxy, Antivirus, Control de acceso (Active Directory).

Firewall⁴⁵: El Firewall estará ubicado entre la red Internet y la red Interna de la Unidad Educativa Quitumbe, todo tráfico desde dentro de la red hacia afuera o viceversa tiene que pasar a través del firewall, permitiendo o denegando servicio de acuerdo a las políticas definidas de la red, actuará a nivel de capa 2 y capa 3 del modelo OSI como filtro de paquetes, se configurará el servicio de iptables en un servidor Linux Centos 6.0 todo esto para protección de ataques externos como internos.

Proxy⁴⁶: El Proxy trabajará a nivel de capa aplicación, es decir que el tráfico HTTP se controlará el acceso a Internet través de éste servicio, se configurará el servicio de squid en un servidor Linux Centos 6.0.

Antivirus⁴⁷: El antivirus debe incluir componentes para la protección de la red interna tanto de estaciones de trabajo, dispositivos móviles y servidores, eliminando los virus y manteniendo la información segura y plenamente accesible a los usuarios de los recursos de la red.

Control de acceso⁴⁸: Para el control de acceso se configurará el servicio de Active Directory, en este se establecerá las políticas para los password y para cada cuenta de usuario de la red de la Unidad Educativa Quitumbe.

En la figura 3.6 se indica el diagrama de la red diseñada con los elementos activos y servidores.

⁴⁵ ACADEMIA LINUX, IBM Ace Certificate, Administración del Sistema Linux, UTPL.

⁴⁶ ACADEMIA LINUX, IBM Ace Certificate, Administración del Sistema Linux, UTPL.

⁴⁷ www.kaspersky.com.

⁴⁸ www.microsoft.com.

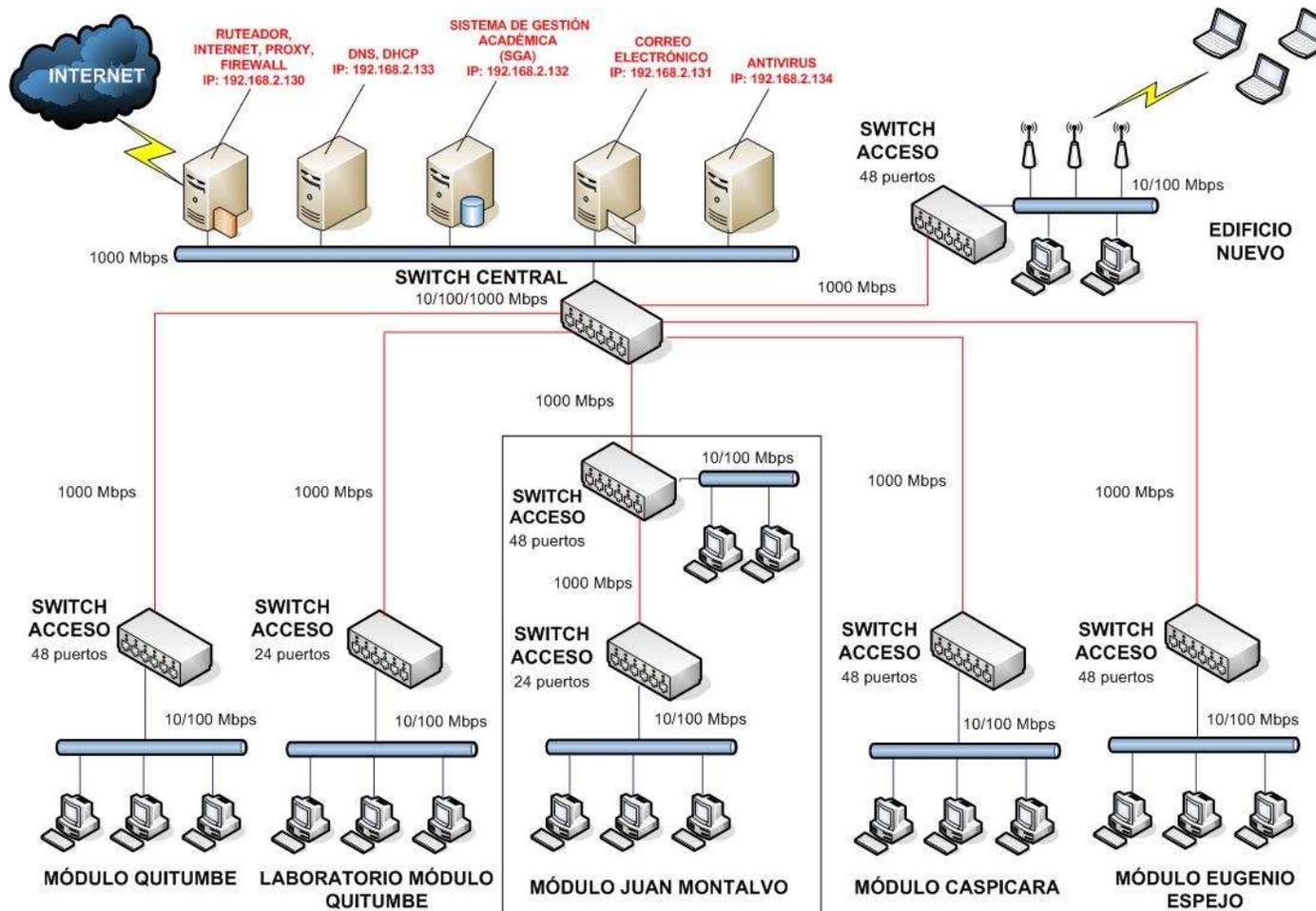


Figura 3.14. Diagrama topológico integrado de la red Gigabit Ethernet de voz y datos.

CAPÍTULO 4

ESTUDIO DE COSTOS.

Este capítulo presenta las características más importantes de los equipos, y propuestas de distintos proveedores de soluciones de telecomunicaciones, los cuales cumplen con las especificaciones de diseño propuestas, luego se elige la mejor solución, tomando en cuenta sus características funcionales, físicas y de costo.

4.1 COSTOS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN.

4.1.1 RED PASIVA.

A continuación se describen los costos de los elementos que conforman la red pasiva de la Unidad Educativa Municipal Quitumbe como son: canaletas, medios de transmisión, escalerillas, racks, etc.

4.1.1.1 Determinación de materiales a utilizarse.

Canaletas y Accesorios

En la tabla 4.1 se describe el número de canaletas a emplearse para el diseño de la red, esta cantidad se obtiene en base a la ruta que sigue cada conexión desde la estación de trabajo hasta el switch, como se puede observar en el plano de la Unidad Educativa Quitumbe en el Anexo B.

CANALETAS	
TIPO	CANTIDAD
13X7	12
20X12	175
30X12	19
40X25	10
60x40	5

Tabla 4.1. *Canaletas a emplearse.*

En la tabla 4.2 se describe el número de codos y T a emplearse para el diseño de la red, esta cantidad se obtiene en base a la ruta que sigue cada conexión desde la estación de trabajo hasta el switch, como se puede observar en el plano de la Unidad Educativa Quitumbe en el Anexo B.

TIPO	CODOS	T
13X7	4	0
20X12	44	1
30X12	5	0
40X25	4	0
60x40	4	0

Tabla 4.2. *Accesorios emplearse.*

Escalerillas.

Para los cables que van por el techo falso se utilizarán escalerillas metálicas, en la tabla 4.3 se describe el número de escalerillas a emplearse para el diseño de la red, esta cantidad se obtiene en base a la ruta que sigue cada conexión desde la estación de trabajo hasta el switch, como se puede observar en el plano de la Unidad Educativa Quitumbe en el Anexo B.

ESCALERILLAS
21

Tabla 4.3. *Escalerillas a emplearse.*

Tomas, cables y conectores.

El cable UTP, jacks y patch cord a utilizarse son de categoría 6 para el cableado horizontal en marca PANDUIT por su alta calidad en la fabricación de cables para cableado estructurado y comunicaciones, mientras que para el cableado vertical se empleará fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm . para tendido aéreo ya que se ubicará a la intemperie y conectores tipo SC, a continuación en la tabla 4.4 se detalla las tomas, cables y conectores necesarios para el diseño de la red.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Cable UTP cat. 6 sólido marca PANDUIT	25	Rollos
Fibra óptica multimodo 62,5/125 µm (tendido aéreo)	620	metros
Conectores SC	24	unidad
Conectores JACK para panel cat. 6 PANDUIT	275	unidad
Conectores JACK para face plate cat. 6 PANDUIT	275	unidad
Face plate doble PANDUIT	72	unidad
Face plate cuádruple PANDUIT	47	unidad
Cajetines marca PANDUIT	119	unidad
Patch cord de 3FT cat. 6 PANDUIT	275	unidad
Patch cord de 7FT cat. 6 PANDUIT	275	unidad

Tabla 4.4. Tomas, cables y conectores a emplearse.

Racks.

Para tener una administración adecuada del cableado estructurado de toda la red se emplearán racks abiertos en cada módulo, a continuación en la tabla 4.5 se detalla las características de los racks y sus componentes a emplearse.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Rack abierto 2,1 m 44 UR	1
Rack abierto 1,2 m 24 UR	6
Patch panel de 48 puertos cat. 6	7
Patch panel de 24 puertos cat. 6	3
Regleta multitomas eléctricas	7
Organizador horizontal tipo canaleta	23
Organizador vertical tipo canaleta	14
Patxh panel de Fibra óptica (ODF)	1

Tabla 4.5. Cantidad de Racks con sus componentes.

4.1.1.2 Costos de los materiales a utilizarse.

Canaletas y Accesorios

En la tabla 4.6 se describe el número de canaletas en marca DEXON a emplearse para el diseño de la red con sus respectivos costos.

CANALETAS		PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TIPO	CANTIDAD		
13X7	12	1,2	14,4
20X12	175	1,33	232,75
30X12	19	2,13	40,47
40X25	10	4,96	49,6
60x40	5	7,27	36,35
TOTAL			\$ 373,57

Tabla 4.6. Costos de las canaletas a emplearse.

En la tabla 4.7 se describe el número de codos y T en marca DEXON a emplearse para el diseño de la red con sus respectivos costos.

ACCESORIOS						
TIPO	CODOS	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	T	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
13X7	4	0,25	1,00	0	0	0
20X12	44	0,3	13,20	1	0,30	0,30
30X12	5	0,43	2,15	0	0	0
40X25	4	0,8	3,20	0	0	0
60x40	4	2,01	8,04	0	0	0
TOTAL			\$ 27,59	TOTAL	\$ 0,30	

Tabla 4.7. Costos de los accesorios emplearse.

Escalerillas.

Para los cables que van por el techo falso se utilizarán escalerillas metálicas, en la tabla 4.8 se describe el número de escalerillas a emplearse para el diseño de la red con sus respectivos costos.

ESCALERILLAS	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
21	10	210
TOTAL		\$ 210

Tabla 4.8. Costos de las escalerillas a emplearse.

Tomas, cables y conectores.

El cable UTP, jacks y patch cord a utilizarse son de marca PANDUIT categoría 6 para el cableado horizontal, mientras que para el cableado vertical se empleará fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm . para tendido aéreo ya que se ubicará a la intemperie y conectores tipo SC.

A continuación en la tabla 4.9 se detalla las tomas, cables y conectores con sus respectivos precios.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cable UTP cat. 6 sólido marca PANDUIT	25	Rollos	228,75	5718,75
Fibra óptica multimodo 62,5/125 μm (tendido aéreo)	620	metros	2,04	1264,80
Conectores SC	24	unidad	0,34	8,16
Transceiver SC a cobre	24	unidad	200,00	4800,00
Conectores JACK para panel cat. 6 PANDUIT	275	unidad	7,98	2194,50
Conectores JACK para face plate cat. 6 PANDUIT	275	unidad	7,98	2194,50
Face plate doble PANDUIT	72	unidad	1,96	141,12
Face plate cuadruple PANDUIT	47	unidad	2,03	95,41
Cajetines	119	unidad	2,50	297,50
Patch cord de 3FT cat. 6 PANDUIT	275	unidad	8,23	2263,25
Patch cord de 7FT cat. 6 PANDUIT	275	unidad	9,58	2634,50
TOTAL				\$ 21612,49

Tabla 4.9. *Costos de las tomas, cables y conectores a emplearse.*

Racks.

Para tener una administración adecuada del cableado estructurado de toda la red se emplearán racks abiertos en cada módulo, a continuación en la tabla 4.10 se detalla las características de los racks y sus componentes a emplearse con su respectivo precio.

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Rack abierto 2,1 m 44 UR	1	152,00	152,00
Rack abierto 1,2 m 24 UR	6	110,00	660,00
Patch panel de 48 puertos cat. 6	7	49,41	345,87
Patch panel de 24 puertos cat. 6	3	25,49	76,47
Regleta multitomas eléctricas	7	42,39	296,73
Organizador horizontal tipo canaleta	23	17,15	394,45
Organizador vertical tipo canaleta	14	47,57	665,98
Panel de Fibra óptica (ODF) in cluye bandeja para 24 puertos y patch panel	1	156,59	156,59
TOTAL			\$ 2748,09

Tabla 4.10. Costos de los racks con sus componentes.

En el Anexo C se puede observar las cotizaciones de los materiales a utilizarse.

4.1.2 RED ACTIVA.

4.1.2.1 Costos de los Servidores.

La Unidad Educativa Municipal Quitumbe en el Departamento de Sistemas contará con una sala de equipos con 5 servidores detallados en el capítulo 3 para brindar los diferentes servicios que el centro educativo requiere.

A continuación en la tabla 4.11 se detallan los servidores con sus respectivos costos.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Servidor de correo electrónico	1	965,00	965,00
Servidor Internet, Proxy, Firewall	1	900,00	900,00
Servidor Sistema Gestión Académica	1	1020,00	1020,00
Servidor Antivirus	1	880,00	880,00
Servidor DNS y DHCP	1	900,00	900,00
TOTAL			\$ 4665,00

Tabla 4.11. Costos de Servidores.

4.1.2.2 Selección de equipos activos para la red de datos.

Para el diseño de la red de datos se analizarán dos alternativas de equipos activos de red como son la marca CISCO y 3COM, se escogen estas dos marcas debido a que tienen gran presencia en el mercado nacional y se los puede adquirir con facilidad.

En la tabla 4.12 se presenta una comparación técnica entre los switches Cisco y 3Com.

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	CISCO 3750-E	3COM 5500G
Switch central	12 puertos gigabit ethernet 10/100/1000 Mbps mínimo	24 puertos + 2 puertos 10 Gigabit Ethernet	24 puertos
	Manejo y administración de VLANs (IEEE 802,1Q)	Cumple	Cumple
	Velocidad de backplane mínima de 21,6 Gbps	Cumple	Cumple
	Velocidad de conmutación de paquetes de 16200 Mbps	Cumple	Cumple
	Autonegociación de la velocidad del puerto	Cumple	Cumple
	Protocolos: IP, OSPF, RIPv2, BGP, DHCP, Telnet, SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3, RMON	Cumple	Cumple
	Manejo de listas de acceso nivel 2, 3 y 4	Cumple	Cumple
	Configuración vía HTTP	Cumple	Cumple
	QoS de nivel 2, 3 y 4 (802.1 p, DiffServ y asignación de Ancho de Banda)	Cumple	Cumple
	Protocolo Spanning tree (802.1 d)	Cumple	Cumple
	IP versión 6	Cumple	Cumple
	Soporte para paquetes de telefonía IP (VoIP)	Cumple	Cumple
	Manejo de QoS para reconocer, priorizar y clasificar tráfico de VoIP	Cumple	Cumple
	Manejo de QoS para reconocer, priorizar y clasificar tráfico de Telefonía IP	Cumple	Cumple
Fiabilidad (MBTF)	177975 horas	333000 horas	
EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	CISCO 2960-24TT-L	3COM 2226 PLUS
Switch acceso	48 puertos 10/100 Mbps	Cumple	Cumple
	2 puertos gigabit ethernet 10/100/1000 Mbps uplink	Cumple	Cumple
	Manejo y administración de VLANs (IEEE 802,1Q)	Cumple	Cumple
	Velocidad de backplane mínima de 11,6 Gbps	Cumple	Cumple
	Velocidad de conmutación de paquetes de 8700 Mbps	Cumple	Cumple
	Conmutación a nivel de capa 2	Cumple	Cumple

	Autonegociación de la velocidad del puerto	Cumple	Cumple
	Protocolos: IP, OSPF, RIPv2, BGP, DHCP, Telnet, SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3, RMON	Cumple	Cumple
	Manejo de listas de acceso nivel 2	Cumple	Cumple
	Protocolo Spanning tree (802.1 d)	Cumple	Cumple
	Identificación de puertos conectados a la red LAN	Cumple	Cumple
	Soporte para paquetes de telefonía IP (VoIP)	Cumple	Cumple
	Fiabilidad (MTBF)	429847 horas	No especifica.
EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	CISCO 2960-48TT-L	3COM 2250 PLUS
Switch acceso	24 puertos 10/100 Mbps	Cumple	Cumple
	2 puertos gigabit ethernet 10/100/1000 Mbps uplink	Cumple	Cumple
	Manejo y administración de VLANs (IEEE 802,1Q)	Cumple	Cumple
	Velocidad de backplane mínima de 11,6 Gbps	Cumple	Cumple
	Velocidad de conmutación de paquetes de 8700 Mbps	Cumple	Cumple
	Conmutación a nivel de capa 2	Cumple	Cumple
	Autonegociación de la velocidad del puerto	Cumple	Cumple
	Protocolos: IP, OSPF, RIPv2, BGP, DHCP, Telnet, SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3, RMON	Cumple	Cumple
	Manejo de listas de acceso nivel 2	Cumple	Cumple
	Protocolo Spanning tree (802.1 d)	Cumple	Cumple
	Identificación de puertos conectados a la red LAN	Cumple	Cumple
	Soporte para paquetes de telefonía IP (VoIP)	Cumple	Cumple
	Fiabilidad (MTBF)	339743 horas	No especifica.

Tabla 4.12. Cuadro comparativo de características de equipos Cisco y 3Com.

La marca seleccionada es Cisco porque cumple con las características que se requieren para el diseño de la red, además estos equipos activos tiene menor cantidad de horas de indisponibilidad de la red (Mean Time Between Failure MTBF), y es más fácil que una persona brinde soporte en esta marca porque Cisco a implementado academias para la preparación de personal.

En la tabla 4.13 se describen los equipos que cumplen con las necesidades de la red diseñada con sus respectivos costos.

TIPO DE SWITCH	MODELO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Central	Cisco Catalyst 3750-E	1	6765,00	6765,00
Acceso 24 puertos + 2 uplink	Cisco Catalyst 2960-24TT-L	2	924,00	1848,00
Acceso 48 puertos + 2 uplink	Cisco Catalyst 2960-48TT-L	6	1775,00	10650,00
TOTAL				\$ 19263,00

Tabla 4.13. Costos Switch Cisco a emplearse.

En el Anexo C se puede observar las cotizaciones de los switches a utilizarse y en Anexo D se detalla las características de los switches Cisco a emplearse.

Cámaras IP

Para el diseño de la red de datos se analizarán dos alternativas de cámaras IP como son las marcas Panasonic y D-Link, se escogen estas dos marcas debido a que tienen gran presencia en el mercado nacional y se los puede adquirir con facilidad.

En la tabla 4.14 se presenta una comparación técnica entre las cámaras IP Panasonic y D-Link.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	PANASONIC BLC 111-A	D-LINK DCS 6620
Cámaras IP	Resolución mayor o igual a 640 x 480	Cumple	Cumple
	Interface Ethernet 10/100 Base T	Cumple	Cumple
	Compresión MPEG-4 Y JPEG	Cumple	Cumple
	Protocolos TCP/IP, HTTP, TELNET, SNMP y DHCP	Cumple	Cumple
	Fotogramas mayor o igual a 15 fps	Cumple	Cumple
	Protección mediante password	Cumple	Cumple
	Compresión de audio G.711	Cumple	Cumple
	2 Megapixeles de calidad	Cumple	Cumple

Tabla 4.14. Cuadro comparativo de características.

Las cámaras IP a emplearse son de marca Panasonic que se adaptan a los requerimientos del diseño de la red, ya que su precio es menor al de la cámara

IP de marca D-Link, a continuación en la tabla 4.15 se detalla la cámara y el precio.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cámaras de seguridad PANASONIC BLC 111-A	10	255,00	2550,00
Software para administración de cámaras IP	1	350,00	350,00
TOTAL			\$ 2900,00

Tabla 4.15. Costos de las cámaras IP a emplearse.

En el Anexo C se detalla las características de la cámara IP Panasonic.

Access Point.

Para el diseño de la red de datos se analizarán dos alternativas de Access Point como son la marca Cisco Aironet y D-Link, se escogen estas dos marcas debido a que tienen gran presencia en el mercado nacional y se los puede adquirir con facilidad además de sus características.

En la tabla 4.16 se presenta una comparación técnica entre los Acces Point Cisco Aironet y D-Link.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CISCO AIRONET	D-LINK DWL-2100
Access Point	Velocidad de transmisión de 54 Mbps	Cumple	Cumple
	Protocolo de gestión remota: SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3, Telnet, HTTP	Cumple	Cumple
	Identificadores de estado: actividad de enlace, alimentación	Cumple	Cumple
	Algoritmos de cifrado: DES, TLS, TTLS	Cumple	Cumple
	Protección mediante password	Cumple	Cumple
	Cumplimiento de normas: IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, WiFi Certificado	Cumple	Cumple
	Interface: 10 Base T / 100 Base TX, RJ45	Cumple	Cumple

Tabla 4.16. Cuadro comparativo de características.

Los Access Point a emplearse para la comunicación de los computadores portátiles del proyecto Intel Classmate son de marca D-Link modelo DWL-2100,

ya que cumplen con las características requeridas y su costo es menor, en la tabla 4.17 se detalla el costo de los Access Point.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Access Point D-Link DWL-2100	3	80	240,00
TOTAL			\$ 240,00

Tabla 4.17. Costos del *Access Point* a emplearse.

En el Anexo C se detalla las características de la Access Point D-Link DWL-2100.

4.1.3 OTROS EGRESOS.

Para el diseño de red también se tiene que tomar en consideración el costo del diseño de la red, la instalación del Internet, instalación de la fibra óptica, instalación de puntos de red y la certificación del cableado estructurado, en la tabla 4.18 se detallan los costos de lo antes mencionado.

DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
Diseño de red	2000,00
Instalación de un módulo para conexión IP	2311,68
Instalación del Internet	200,00
Instalación de la fibra más pruebas	210,00
Instalación de puntos de red	7700,00
Certificación de cableado estructurado	1375,00
TOTAL	13796,68

Tabla 4.18. *Otros egresos.*

4.2 COSTOS DE OPERACIÓN.

Costos de Servicios.

El servicio de Internet proveerá la empresa Satnet a través de su red MPLS por par de cobre, porque el precio es menor que los demás proveedores ofreciendo los mismos servicios e incluyendo además lo siguiente:

- Cinco (5) direcciones IP fijas.
- Posibilidad de colocación de un servidor de correo propio que le permite contar con cantidad ilimitada de cuentas de email. (@cablemodem.com.ec). En caso de no colocar el servidor, se le brindará diez (10) cuentas de email POP con dominio propio de 50MB de espacio cada una.
- Dos PCs adicionales sin cargo. Posibilidad de conexión a múltiples PCs a través de un Proxy Server. En el caso de que el enlace se realice con un equipo CPE Fyberhome, la cantidad máxima de PCs que se pueden conectar será cinco.
- Una (1) cuenta Dial Up con 30 horas de uso al mes.
- Hosting de 40 Mb.
- Soporte Técnico de Proxy Server al cliente (Windows, Linux), al momento de la instalación si es requerido por el cliente.
- Una (1) visita técnica mensual gratuita, para soporte de Proxy Server. Posibilidad de dar alta de dominios adicionales.
- Antivirus, Antispam y Firewall, para las cuentas de correo de los clientes que estén en los servidores del Grupo TV Cable.
- Atención las 24 horas, todo el año sin cargo.
- El cliente podrá contratar cuentas adicionales de correo a un costo de US \$ 3.00 + IVA mensuales hasta un límite de 40 cuentas, considerando las que incluye el plan.

En la tabla 4.19 se detalla el costo del enlace de Internet:

DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD DEL ENLACE		PRECIO MENSUAL (dólares)
	Down (kbps)	Up (kbps)	
Internet	512	512	320
TOTAL			\$ 320

Tabla 4.19. Costo del servicio de Internet.

En el Anexo C se puede observar la cotización del servicio de Internet por parte de la empresa Satnet.

Costos de mantenimiento de red.

Entre los costos de mantenimiento de red se tiene el mantenimiento de equipos activos y estaciones de trabajo, adquisición y renovación de licencias de software, etc; que tendrá un valor aproximado anual de 5000 dólares.

4.3 COSTO TOTAL.

Se detalla el costo total de la red diseñada y el análisis de costos para 5 años de la red diseñada incluyendo el año 0, tomando en cuenta los costos de todos los equipos y componentes de la red pasiva como de la red activa.

En la tabla 4.20 se detalla el costo total del diseño de la red.

DESCRIPCION	SUBTOTAL
Canaletas	373,57
Accesorios	27,89
Escalerillas	210,00
Tomas, cables y conectores	21612,49
Racks	2748,09
Servidores	4665,00
Equipos de la red activos CISCO	19263,00
Cámaras IP	2900,00
Access Point	240,00
Diseño de red	2000,00
Internet	3840,00
Instalación de un módulo para conexión IP	2311,68
Instalación del Internet	200,00
Instalación de la fibra más pruebas	210,00
Instalación de puntos de red	7700,00
Certificación de cableado estructurado	1375,00
Mantenimiento de la red	5000,00
TOTAL	74676,72

Tabla 4.20. Costo Total.

Flujo de Efectivo⁴⁹.

Se realiza un análisis de costos para 5 años incluido el año 0, en la tabla 4.21 se detalla el flujo de fondos para el diseño y mantenimiento de la red.

⁴⁹ Ing. Carrasco Soraya, , Reingeniería de una red de datos corporativa para la Univesidad de las Américas, sede Quito, Análisis, lineamiento y aplicación, Tesis E.P.N.

FLUJO DE FONDOS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costos de operación						
Servicios		3840,00	3840,00	3840,00	3840,00	3840,00
Mantenimiento de red		5000,00	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00
Total de costos de operación		\$ 8.840,00	\$ 8.840,00	\$ 8.840,00	\$ 8.840,00	\$ 8.840,00
Costos de inversión						
Canaletas y accesorios	401,46					
Escalerillas	210,00					
Tomas, cables y conectores	21612,49					
Racks	2748,09					
Servidores	4665,00					
Equipos activos de red CISCO	19263,00					
Cámaras IP	2900,00					
Access Point	240,00					
Diseño de red	2000,00					
Instalación de un módulo para conexión IP	2311,68					
Instalación del Internet	200,00					
Instalación de la fibra más pruebas	210,00					
Instalación de puntos de red	7700,00					
Certificación de cableado estructurado	1375,00					
Total costos de inversión	\$ 65.836,72					
FLUJO DE FONDOS NETO	\$ 65.836,72	\$ 8.840,00	\$ 8.840,00	\$ 8.840,00	\$ 8.840,00	\$ 8.840,00

Tabla 4.21. FLUJO DE FONDOS.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES.

- La falta de una correcta estructuración y planificación de la red de voz y datos funcional que soporte servicios en tiempo real, son los principales motivos que justifican la realización de este proyecto; para superar estas falencias y adicionar servicios, se realizó el diseño usando tecnologías de red cableadas e inalámbricas, las mismas que permiten la convergencia de servicios de comunicaciones.
- El diseño de red de la Unidad Educativa Municipal Quitumbe se la realiza con el fin de que los usuarios se beneficien de los servicios de la Intranet, Internet y de las nuevas tecnologías de información y comunicación además de integrar todas las dependencias que conforman la institución educativa.
- Para iniciar el diseño de una red de voz y datos se debe realizar un levantamiento de la situación actual de la institución educativa en este caso, de cómo se encuentra funcionando, las instalaciones físicas, el equipamiento y cuáles son los requerimientos futuros que debe soportar la red a diseñarse, a partir de esta documentación se podrá justificar el diseño.
- La Unidad Educativa Municipal Quitumbe al contar con una red que interconecte los diferentes módulos y edificio se logrará optimizar el manejo de su información. Para este objetivo se ha determinado como tecnología óptima para su interconexión la tecnología Gigabit Ethernet tomando en cuenta que debe soportar servicios en tiempo real, optimizando sus prestaciones en función del número y tipo de usuarios a servir en cada momento, así como de las características de propagación existentes en cada instante, además de brindar protección y respaldo de la información.

- Para la determinación de la cantidad y distribución de las salidas de telecomunicaciones es importante considerar el espacio físico del que se dispone, así como también las actividades que en estos lugares se realizan; además de las recomendaciones básicas de cableado estructurado.
- Es de vital importancia realizar visitas técnicas a las instalaciones físicas de cada una de las dependencias que requieren comunicación, para tener una idea clara de que equipos poseen y como se encuentran distribuidos y de esta manera poder ser incluidos en el nuevo diseño de la red.
- La utilización de paquetes computacionales para graficación de planos digitalizados facilitan enormemente la ubicación de los puntos de red y la determinación de las distancias de cada enlace de comunicación de cada dependencia.
- El diseño del Cableado Estructurado es una decisión muy importante ya que afectará el rendimiento de toda la red, el costo inicial del Cableado Estructurado puede resultar un poco alto, pero éste permite ahorrar dinero para el funcionamiento de la red. Si bien se requiere una importante inversión inicial, la misma se compensa con los ahorros en los costos de mantenimiento y de expansión o crecimiento de la red diseñada.
- El Cableado Estructurado es una técnica que sigue una serie de normativas de manera modular a efecto de proporcionar una obra física apropiada para el usuario desde el punto de vista de la necesidad de telecomunicaciones presente y futura, ya que el seguir con los estándares para el cableado horizontal, vertical, área de trabajo, cuarto de telecomunicaciones, cuarto de equipos y entradas de servicios, regulados principalmente por los estándares ANSI/EIA/TIA 568-A, ANSI/EIA/TIA 569-A y las reglas de administración de la infraestructura de red del estándar ANSI/EIA/TIA 606, proporcionan una buena oportunidad para la expansión futura de una red de telecomunicaciones en edificios comerciales y oficinas.

- La etiquetación del cableado estructurado es de suma importancia a pesar de no ser un elemento físico de la infraestructura de telecomunicaciones, pero es método para mantener la documentación sobre todo los elementos y como los mismos son implementados como parte de la infraestructura.
- Los equipos de interconexión de red existentes en la institución educativa no ofrecen mayores ventajas para su reutilización, debido a que sus características no satisfacen las necesidades del diseño.
- La utilización de varios servidores separados en equipos diferentes, provee cierto grado de confiabilidad, debido a que si falla el hardware de equipo, no afectará el desempeño de los servidores instalados en los otros equipos.
- El tráfico calculado para manejar o procesar en cada enlace es mucho menor al que soporta la tecnología Gigabit Ethernet, por lo que cumple satisfactoriamente los requerimientos de ancho de banda y se mantiene una capacidad de reserva.
- La documentación del cableado estructurado, de los elementos activos de red, de los equipos de cómputo, servidores, etc., es un componente de vital importancia para operación y el mantenimiento de los sistemas de telecomunicaciones.
- La administración del sistema de cableado estructurado incluye la documentación de los cables, terminaciones de los mismos, paneles de parcheo, armarios de telecomunicaciones y otros espacios ocupados por los sistemas, la norma TIA/EIA 606 proporciona una guía que puede ser utilizada para la ejecución de la administración de los sistemas de cableado.
- El establecimiento y aplicación de políticas de seguridad en la institución educativa es parte fundamental para mantener protegida la información de los usuarios a quien ofrece sus servicios. En este caso es de vital

importancia establecer un documento que indique los procedimientos para el manejo de información y equipos, así como configurar los mecanismos de seguridad a implantar en la red y servidores con el fin de evitar el acceso no autorizado de usuarios.

- Es necesario el uso de un firewall de seguridad ubicado entre la red de Internet y la red interna, de esta manera controlando el tráfico desde dentro de la red hacia afuera o viceversa, permitiendo o denegando servicio de acuerdo a las políticas definidas de la red, evitando intrusiones que puedan afectar el servicio y normal funcionamiento de los equipos computacionales.
- Es necesario tener un antivirus corporativo, el cual se actualice automáticamente y luego éste actualice a todos los usuarios, de esta manera se optimiza el uso del enlace hacia Internet y se brinda una protección interna de la red.
- El diseño de la red inalámbrica para el proyecto Intel Classmate está basada en el estándar 802.11g, y en función del número de usuarios simultáneos que puede soportar, por lo que se considera necesario utilizar tres APs; es decir, uno por cada 15 estudiantes para cubrir las necesidades de los usuarios simultáneos, estos APs van a ser instalados en el grado que requiera los computadores para dictar la materia.
- En el mercado se pueden encontrar gran variedad de equipos de diferentes precios que satisfacen las necesidades del presente diseño de red, pero se debe considerar los equipos que permitan obtener un buen nivel de confiabilidad y desempeño de la red.
- De acuerdo al estudio de costos realizado, la implementación del proyecto resulta una gran inversión debido al tamaño de la red física e interconexión de las dependencias; sin embargo se justifica por los beneficios que el diseño de la red ofrece y por la amplia actualización tecnológica que adquiere la Unidad Educativa Municipal Quitumbe.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Analizar qué tipos de aplicaciones se están manejando y las que se van a manejar en el futuro (datos, voz, video), en la institución para así saber qué tipo de medio de transmisión es el más adecuado para soportar todos los servicios para de esta manera evitar la adición de cables.
- Se debe considerar una puesta a tierra para la red de telecomunicaciones, ya que brinda una referencia a tierra de baja resistencia para los equipos de telecomunicaciones, esto sirve para proteger el equipo y el personal.
- La administración de la red es la suma de todas las actividades de planeación y control, enfocadas a mantener una red eficiente y con altos niveles de disponibilidad. Dentro de estas actividades, se tiene diferentes responsabilidades fundamentales como el monitoreo, la atención a fallas, configuración, y seguridad. Por ello se recomienda una planificación en cuanto a la delegación de estas funciones a los técnicos encargados de la red de la Unidad Educativa Municipal Quitumbe, con lo cual se conseguirá un buen sistema de administración, ayudando a mantener la operabilidad de los recursos y el buen estado de los mismos.
- Para los usuarios que necesiten instalar software se deben establecer políticas para definir los tipos de software permitidos, y las reglas que deben cumplir en cuanto a licencias. Se recomienda que sólo el personal de Sistemas sean quienes tengan los permisos de usuario para instalar software, de tal manera que un usuario común se ponga en contacto con el departamento de Sistemas y solicite la instalación de software en su equipo.
- Se recomienda que la red reciba un mantenimiento preventivo periódico, por lo menos 2 veces al año. Se debe planificar dicho mantenimiento, ya que estos implican dejar sin servicio a los usuarios de la red, para realizar una limpieza de equipos interiormente, ya que por acumulación de partículas de polvo pueden empezar a tener un mal funcionamiento.

- Los principales fabricantes de equipos para redes disponen también de software específico para administración de redes que pueden ser utilizados por la institución educativa para mejorar el nivel de administración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] KEAGY, Scout, "Integración de redes de voz y datos", Cisco Systems. 2001.

[2] COMER, Douglas. "Redes globales de información con Internet y TCP/IP. Principios básicos, protocolos y arquitectura". Prentice Hall, Tercera edición. 1996.

[3] Academia Networking Cisco System, Guía segundo año CCNA 3 y 4. Tercera Edición. Pearson Educación S.A. Madrid 2004.

[4] FIRESTONE, Scout. "Voice and Video Conferencing Fundamentals", CISCO Systems, 2007, Indianápolis USA.

[5] GOUGH, Michael. "Video Conferencing Over IPConfigure: Secure, and Troubleshoot", Canadá.

[6] GUAÑA, Diana. Tesis EPN. "Estudio de Factibilidad de una Red de Área Metropolitana Basada en Tecnología Gigabit Ethernet como Infraestructura para ofrecer los Servicios de Carrier en el Distrito Metropolitano de Quito", Mayo 2004, Quito-Ecuador.

[7] HERRERA, Myriam. Tesis EPN. "Ingeniería de Detalle para el diseño de una Intranet con conexión a Internet para aplicaciones de voz, Datos y Video utilizando la arquitectura TCP/IP", Octubre 2004, Quito.

[8] CHAMBA, Angélica. Tesis EPN. "Estudio y Diseño del sistema de Comunicaciones para la transmisión de voz, datos y videoconferencia para Xerox del Ecuador", Agosto 2003, Quito – Ecuador

[7] STALLINGS, William. "Comunicaciones y Redes de Computadoras" Prentice Hall, Sexta Edición. 2000.

[8] TANENBAUM, Andrew. "Redes de Computadoras". Pearson Educación, Tercera Edición. 1997.

[9] CARRASCO, Soraya. Tesis EPN. "Reingeniería de una red de datos corporativa para la Universidad de las Américas, sede Quito ", 2007, Quito – Ecuador.

- **FOLLETOS.**

[10] Ing. FLORES, Fernando. Folleto de Cableado Estructurado.

[11] Ing. HIDALGO, Pablo. Folleto de Redes de Área Local (LAN).

[12] Msc. SINCHE, Soraya. Folletos de Redes de Área Local Inalámbricas (WLAN).

[13] Ing. CALDERÓN, Javier. Apuntes de la materia de Administración y Gestión de Redes.

[14] Ing. AVILA, Nelson. Folleto de Seguridad de redes.

- **PÁGINAS WEB.**

[15] www.ethernetalliance.org/attachments//145_GEA_BASET.PDF

[16] <http://www.iol.unh.edu>

[17] <http://grouper.ieee.org>

[18] www.cisco.com

[19] www.bvindicopi.gob.pe/normalasisoiec17799.pdf

[20] <http://www.gigabit-ethernet.org>

[21] www.dlinkla.com

[22] www.3com.es

[23] www.netop.com

[24] <http://www.irbiometrics.co.uk/handpunch.html>

[25] <http://www.nec.com.ar>