

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN
PARA TRANSMITIR DATOS, VOZ SOBRE IP (VoIP), VIDEO
CONFERENCIA Y UN SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA PARA
SHARP DEL ECUADOR ENTRE SUS SUCURSALES QUITO,
GUAYAQUIL Y CUENCA**

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

**CRISTINA GRIMANEZA VALLE JARAMILLO
Crisgri20@yahoo.es**

DIRECTOR: ING. CARLOS HERRERA

Carlos.herrera@epn.edu.ec

Quito, Enero 2010

DECLARACIÓN

Yo, Cristina Grimaneza Valle Jaramillo, 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 los 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.

Cristina Grimaneza Valle Jaramillo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Cristina Grimaneza Valle Jaramillo bajo mi supervisión

Ing. Carlos Herrera
DIRECTOR DEL PROYECTO

DECLARACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
RESUMEN.....	XI
PRESENTACIÓN.....	XIII
CAPÍTULO 1.....	1
SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE SHARP DEL ECUADOR.....	1
1.1 SHARP DEL ECUADOR S.A.	1
1.1.1. ESTRUCTURA ACTUAL DE LA RED DE COMUNICACIONES	2
1.1.1.1. Programas Utilizados en Sharp del Ecuador	4
1.1.2. Descripción DE LA RED LAN EN LA AGENCIA MATRIZ QUITO	7
1.1.2.1. Topología Física.....	8
1.1.2.2. Diagrama Lógico de la Red LAN	9
1.1.2.3. Tráfico Actual Red LAN en la Agencia Matriz Quito.....	10
1.1.3. Descripción DE LA RED LAN EN LA AGENCIA GUAYAQUIL.....	19
1.1.3.1. Topología Física.....	20
1.1.3.2. Diagrama Lógico de la Red LAN	21
1.1.3.3. Tráfico Actual Red LAN en la Agencia Sharp Guayaquil.....	22
1.1.4. descripción DE LA RED LAN EN LA AGENCIA CUENCA.....	29
1.1.4.1. Topología Física.....	30
1.1.4.2. Diagrama Lógico de la Red LAN	31
1.1.4.3. Tráfico Actual Red LAN en la Agencia Sharp Cuenca	32
1.1.5. Conclusión	36
1.2 TÉCNICAS WAN MÁS COMUNES	37
1.2.1. FRAME RELAY	37
1.2.1.1. Tecnología Frame Relay	37
1.2.1.2. Aplicaciones	41
1.2.1.3. Ventajas	41
1.2.1.4. Voz y Video sobre Frame Relay.....	42
1.2.2. CLEAR CHANNEL	45
1.2.2.1. Ventajas	45
1.2.2.2. Aplicaciones	45
1.2.2.3. Multiplexación por División de Tiempo (TDM)	46
1.2.2.4. Tecnología TDM	49
1.2.2.5. Aplicaciones	54
1.2.2.6. Ventajas	54
1.2.2.7. TDM sobre IP (TDMoIP)	55
1.2.3. RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (ISDN)	55
1.2.3.1. Componentes de ISDN	56
1.2.3.2. Interfaces ISDN	57
1.2.3.3. Ventajas	57
1.2.4. MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONO (ATM)	58
1.2.4.1. Capa Física.....	59
1.2.4.2. Conmutación ATM	61
1.2.4.3. Celdas ATM	62
1.2.4.4. Gestión de Recursos de Red	63

1.2.4.5.	Control de Admisión de Conexión	64
1.2.4.6.	Control de Parámetros de Uso.....	65
1.2.4.7.	Ventajas	65
1.2.4.8.	Desventajas.....	66
1.2.4.9.	Aplicaciones	66
1.2.4.10.	Voz sobre ATM.....	67
1.2.4.11.	Video sobre ATM	67
1.2.5.	PROTOCOLO DE INTERNET	67
1.2.5.1.	Arquitectura TCP/IP	68
1.2.5.2.	Telefonía sobre IP (Protocolo de Internet)	73
1.2.5.3.	Ventajas	79
1.2.5.4.	Desventajas.....	80
1.2.5.5.	Video sobre IP	80

CAPÍTULO 2..... 83

DISEÑO DE LA RED DE SHARP DEL ECUADOR 83

2.1 INTRODUCCIÓN 83

2.2 REQUERIMIENTOS DE COMUNICACIÓN DE SHARP DEL ECUADOR 83

2.3 REDISEÑO DE LAS REDES LAN EN SHARP DEL ECUADOR 84

2.3.1.	REDISEÑO DE LA RED LAN EN LA AGENCIA MATRIZ QUITO	86
2.3.1.1.	Tráfico Generado en la Red	86
2.3.1.2.	Acceso a Internet	87
2.3.1.3.	Estimación del Ancho de Banda Requerido para Datos.....	90
2.3.1.4.	Estimación del Ancho de Banda Requerido para Voz	90
2.3.1.5.	Estimación del Ancho de Banda Requerido para Video Vigilancia sobre IP	94
2.3.1.6.	Estimación del Ancho de Banda Total para la Agencia Matriz Quito.....	102
2.3.1.7.	Cableado Estructurado	103
2.3.1.8.	Cableado Horizontal	109
2.3.1.9.	Sistema de Distribución	114
2.3.1.10.	Total de Material Necesario para la Agencia Matriz Quito.....	115
2.3.1.11.	Red Activa	116
2.3.2.	REDISEÑO DE LA RED LAN EN LA AGENCIA GUAYAQUIL	120
2.3.2.1.	Tráfico Generado en la Red	120
2.3.2.2.	Acceso a Internet	120
2.3.2.3.	Estimación del Ancho de Banda Requerido para Datos.....	122
2.3.2.4.	Estimación del Ancho de Banda Requerido para Voz	122
2.3.2.5.	Estimación del Ancho de Banda Requerido para Video Vigilancia sobre IP	123
2.3.2.6.	Estimación del Ancho de Banda Total para la Agencia Guayaquil.....	126
2.3.2.7.	Cableado Estructurado	127
2.3.3.	REDISEÑO DE LA RED LAN EN LA AGENCIA CUENCA	129
2.3.3.1.	Tráfico Generado en la Red	129
2.3.3.2.	Acceso a Internet	130
2.3.3.3.	Estimación del Ancho de Banda Requerido para Datos.....	131
2.3.3.4.	Estimación del Ancho de Banda Requerido para Voz	132
2.3.3.5.	Estimación del Ancho de Banda Requerido para Video Vigilancia sobre IP	133
2.3.3.6.	Estimación del Ancho de Banda Total para la Agencia Cuenca	134
2.3.3.7.	Cableado Estructurado	135
2.3.3.8.	Cableado Horizontal	138
2.3.3.9.	Sistema de Distribución	139
2.3.3.10.	Total de Material Necesario para la Agencia Cuenca	140
2.3.3.11.	Red Activa	140

2.4	DISEÑO DE LA RED WAN PARA SHARP DEL ECUADOR.....	142
2.4.1.	REQUERIMIENTOS.....	142
2.4.2.	RED CON TECNOLOGÍA CLEAR CHANNEL.....	144
2.4.2.1.	Acceso a Internet.....	145
2.4.2.2.	Servidor de Aplicaciones.....	147
2.4.2.3.	Vídeo Vigilancia.....	150
2.4.2.4.	Videoconferencia.....	153
2.4.2.5.	Telefonía IP.....	157
2.4.2.6.	Servidor Base de Datos.....	159
2.4.2.7.	Enlaces WAN.....	160
2.4.2.8.	Enlace Quito – Cuenca.....	160
2.4.2.9.	Enlace Quito – Guayaquil.....	161
CAPÍTULO 3.....	163	
DESCRIPCIÓN DE LOS COSTOS DE LA RED	163	
3.1	COSTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO.....	163
3.2	COSTO DE TELÉFONOS IP	164
3.3	COSTO DE VIDEO VIGILANCIA	165
3.3.1.	Cámaras IP.....	165
3.4	COSTO DE VIDEO CONFERENCIA	167
3.5	COSTO DE ACCESO A INTERNET	168
3.6	COSTO DE LOS ENLACES WAN.....	168
3.7	COSTO DEL SERVIDOR.....	169
3.8	COSTO DE SWITCHES	171
3.9	FIREWALL.....	172
3.10	OTROS EGRESOS	173
3.11	COSTO TOTAL.....	174
CAPÍTULO 4.....	175	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	175	
4.1	CONCLUSIONES.....	175
4.2	RECOMENDACIONES.....	179
4.3	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	181
GLOSARIO	191	
ANEXOS		

ANEXO A Registro de Tráfico de Datos

ANEXO B Registro de Tráfico Telefónico

ANEXO C Cotización de Equipos y Materiales

ANEXO D Especificaciones Técnicas de Equipos

INDICE FIGURAS

Capítulo 1

Fig. 1.1 Matriz Quito	2
Fig. 1.2 Conexión del Terminal de Acceso	3
Fig. 1.3 Diagrama Conceptual Micropcs	4
Fig. 1.4 Topología Física Agencia Quito Sharp del Ecuador	8
Fig. 1.5 Network Activity Ntop	12
Fig. 1.6 Resultado del Tráfico Promedio en la Red LAN Quito.....	13
Fig. 1.7 Resultado del Tráfico Pico en la Red LAN Quito.....	14
Fig. 1.8 Datos Enviados y Recibidos en la Red Quito	15
Fig. 1.9 Hora Pico del Tráfico Telefónico en Quito.....	18
Fig. 1.10 Topología Física Agencia Guayaquil Sharp del Ecuador	21
Fig. 1.11 Resultado del Tráfico Promedio en la Red LAN Guayaquil	24
Fig. 1.12 Resultado del Tráfico Pico en la Red LAN Guayaquil	24
Fig. 1.13 Datos Enviados y Recibidos en la Red Guayaquil	25
Fig. 1.14 Topología Física Agencia Cuenca Sharp del Ecuador	31
Fig. 1.15 Resultado del Tráfico Promedio en la Red LAN Cuenca.....	33
Fig. 1.16 Resultado del Tráfico Pico en la Red LAN Cuenca	34
Fig. 1.17 Datos Enviados y Recibidos en la Red Cuenca	35
Fig. 1.18 Formato de Trama Frame Relay.....	37
Fig. 1.19 Aplicación de Clear Chanel.....	46
Fig. 1.20 Curva Ley A 13 Segmentos.....	49
Fig. 1.21 Formato de la Trama E1	52
Fig. 1.22 Jerarquía Digital Plesiócrona	54
Fig. 1.23 Modelo de Referencia ATM	59
Fig. 1.24 Transporte Lógico según Camino y Canal Virtuales	62
Fig. 1.25 Celdas ATM	63
Fig. 1.26 Componentes de la Red de VoIP.....	73
Fig. 1.27 Trama de Telefonía sobre IP	74
Fig. 1.28 Componentes de una Red VoIP	76

Capítulo 2

Fig. 2.1 Flujograma para el Rediseño de las Redes LAN	85
Fig. 2.2 Porcentaje de ocupación de la red en Quito por cada host.....	86
Fig. 2.3 Distribución de Protocolos TCP/UDP	87
Fig. 2.4 Calculadora de Erlangs y Ancho de Banda en VoIP para Quito.....	93
Fig. 2.5 Topología Física de Teléfonos Agencia Quito Sharp del Ecuador	94
Fig. 2.6 Formato de la Trama Ethernet para Transmisión de Video	96
Fig. 2.7 Ubicación física y ángulo de cobertura de las cámaras IP en el Dpto Técnico en la Agencia Matriz Quito	99
Fig. 2.8 Ubicación física y ángulo de cobertura de las cámaras IP en el Dpto. de Ventas y Contabilidad en la Agencia Matriz Quito	100
Fig. 2.9 Proyección a 5 Años del Ancho de Banda Total en la Agencia Quito.....	103
Fig. 2.10 Ubicación de salidas de Telecomunicaciones en el Dpto. Técnico en la Agencia Matriz Quito.....	106
Fig. 2.11 Ubicación de salidas de Telecomunicaciones en el Dpto. de Ventas y Contabilidad en la Agencia Matriz Quito.....	107
Fig. 2.12 Elementos del Rack del Armario de Telecomunicaciones.....	109
Fig. 2.13 Diagrama Lógico del Diseño de la Red LAN de la Agencia Quito.	119
Fig. 2.14 Porcentaje de Ocupación de la Red en Guayaquil por cada Host.....	120
Fig. 2.15 Calculadora de Erlangs Y Ancho De Banda En Voip Para Guayaquil	122
Fig. 2.16 Topología Física de Teléfonos Agencia Sharp en Guayaquil	123
Fig. 2.17 Ubicación física y ángulo de cobertura de las cámaras IP en el Dpto. Técnico en la Agencia Guayaquil	124

Fig. 2.18 Ubicación física y ángulo de cobertura de las cámaras IP en el Dpto. de Ventas y Contabilidad en la Agencia Guayaquil.....	125
Fig. 2.19 Proyección a 5 Años del Ancho de Banda Total en la Agencia Guayaquil.....	126
Fig. 2.20 Plano del Departamento Técnico en la Agencia Guayaquil	127
Fig. 2.21 Plano de los Departamentos de Ventas y Contabilidad en la Agencia Guayaquil.....	128
Fig. 2.22 Diagrama lógico del diseño de la red LAN de la Agencia Guayaquil.	129
Fig. 2.23 Porcentaje de Ocupación de la red en Cuenca por cada Host	130
Fig. 2.24 Calculadora de Erlangs y Ancho de Banda en VoIP para Cuenca.....	132
Fig. 2.25 Topología Física de Teléfonos Agencia Sharp en Cuenca.....	133
Fig. 2.26 Ubicación física y ángulo de cobertura de las cámaras IP en la Agencia Cuenca.....	134
Fig. 2.27 Proyección a 5 Años del Ancho de Banda Total en la Agencia en Cuenca	135
Fig. 2.28 Ubicación de salidas de telecomunicaciones en la Agencia Cuenca	137
Fig. 2.29 Diagrama lógico del diseño de la red LAN de la Agencia Cuenca.....	141
Fig. 2.30 Flujograma para el diseño de la red WAN	142
Fig. 2.31 Diagrama de conexión con tecnología Clear Channel.....	145
Fig. 2.32 Función de un Firewall	147
Fig. 2.33 Diagrama de conexión de clientes al Servidor de Correo	149
Fig. 2.34 Diagrama lógico del diseño de Video Vigilancia de la red de Sharp del Ecuador	152
Fig. 2.35 Pantalla para la Video llamada utilizando Elastix.....	153
Fig. 2.36 Equipo VSX700sl.....	155
Fig. 2.37 Equipo VSX5000	156
Fig. 2.38 Diagrama lógico del diseño de Telefonía IP de la red de Sharp del Ecuador	158
Fig. 2.39 Diagrama lógico del diseño de la red WAN de Sharp del Ecuador.....	162

INDICE DE TABLAS

Capítulo 1

Tabla 1.1 Asignación de IP's de los equipos en la Matriz	9
Tabla 1.2 Tabla de Datos de Red en Quito dados por el Ntop	13
Tabla 1.3 Tabla de Datos Enviados y Recibidos en la Red de Quito dados por el Ntop	14
Tabla 1.4 Tabla de Número de Llamadas y Tiempo de Ocupación.....	16
Tabla 1.5 Tiempo medio de ocupación	17
Tabla 1.6 Intensidad de Tráfico en un día	18
Tabla 1.7 Intensidad de Tráfico Telefónico en Quito.....	19
Tabla 1.8 Asignación de IP's de los equipos en Guayaquil	22
Tabla 1.9 Tabla de Datos de Red en Guayaquil dados por el Ntop	23
Tabla 1.10 Tabla de Datos Enviados y Recibidos en la Red de Guayaquil dados por el Ntop	25
Tabla 1.11 Intensidad de Tráfico Telefónico en Guayaquil.....	29
Tabla 1.12 Asignación de IP's de los equipos en la Agencia Cuenca	32
Tabla 1.13 Tabla de Datos de Red en Cuenca dados por el Ntop.....	33
Tabla 1.14 Tabla de Datos Enviados y Recibidos en la Red Cuenca.....	34
Tabla 1.15 Intensidad de Tráfico Telefónico en Cuenca.....	36
Tabla 1.16 Total de tráfico manejado por la red de Sharp del Ecuador	36
Tabla. 1.17 Estándares TDM.....	51
Tabla 1. 18 Parámetros de admisión de conexión.....	64

Capítulo 2

Tabla 2.1 Aplicaciones de Acceso a Internet en Quito	88
Tabla 2.2 Estimación del tráfico de la Matriz Quito a 5 Años.....	89
Tabla 2.3 Niveles de compresión en formato JPEG	95
Tabla 2.4 Características de cada cámara para Agencia Quito.....	98
Tabla 2.5 Estimación del Ancho de Banda para Video Vigilancia	101
Tabla 2.6 Estimación del Ancho de Banda Total para la Matriz Quito	102
Tabla 2.7 Distribución de los Puntos de Telecomunicaciones en Quito.....	104
Tabla 2.8 Distribución de Salidas de Telecomunicaciones en Quito	105
Tabla 2.9 Dimensiones de canaletas DEXSON disponibles en el mercado	114
Tabla 2.10 Dimensiones de canaletas DEXSON	115
Tabla 2.11 Resumen de materiales necesarios para el cableado estructurado para Quito.....	115
Tabla 2.12 Aplicaciones de Acceso a Internet en Guayaquil	121
Tabla 2.13 Estimación del tráfico de la Agencia Guayaquil a 5 Años	121
Tabla 2.14 Características de cada cámara para Agencia Guayaquil.....	123
Tabla 2.15 Estimación del Ancho de Banda Total para la Agencia Guayaquil	126
Tabla 2.16 Aplicaciones de Acceso a Internet en Cuenca	130
Tabla 2.17 Estimación del tráfico de la Agencia Cuenca a 5 Años.....	131
Tabla 2.18 Características de cada cámara para Agencia Cuenca	133
Tabla 2.19 Estimación del Ancho de Banda Total para la Agencia Cuenca	135
Tabla 2.20 Distribución de los Puntos de Telecomunicaciones en Cuenca	136
Tabla 2.21 Distribución de Salidas de Telecomunicaciones en Cuenca.....	136
Tabla 2.22 Dimensiones de canaletas DEXSON para la Agencia Cuenca	139
Tabla 2.23 Resumen de materiales necesarios para el cableado estructurado en Cuenca	140
Tabla 2.24 Tráfico telefónico entre Agencias	157

Capítulo 3

Tabla 3.1 Cuadro de la cantidad de elementos a utilizarse para el cableado en Sharp del Ecuador	163
Tabla 3.2 Costos de los elementos a utilizarse para el cableado en Sharp del Ecuador	164
Tabla 3.3 Cuadro comparativo de especificaciones técnicas de Teléfonos IP.....	165

Tabla 3.4 Costos de los Teléfonos IP a considerarse	165
Tabla 3.5 Cuadro comparativo de especificaciones técnicas de Cámaras IP	166
Tabla 3.6 Costos de las Cámaras IP a considerarse	167
Tabla 3.7 Costos de los Sistemas de Video Conferencia	167
Tabla 3.8 Costos del Acceso a Internet.....	168
Tabla 3.9 Costos de los Enlaces WAN	168
Tabla 3.10 Característica mínimas necesarias para Windows Server 2003 Enterprise Edition []	169
Tabla 3.11 Característica mínimas necesarias para el software de Cámaras IP	170
Tabla 3.12 Costos de los Servidores marcas DELL y HP.....	170
Tabla 3.13 Cuadro comparativo de características de equipos Cisco y 3Com.....	172
Tabla 3.14 Costos de los Switches Cisco.....	172
Tabla 3.15 Costos del Firewall marca Cisco	173
Tabla 3.16 Costos de Otros Egresos	173
Tabla 3.17 Costo Total	174

RESUMEN

La red WAN para Sharp del Ecuador tiene como objetivo transportar la información de las sucursales y centralizar los recursos en la matriz en Quito, para lo cual el diseño busca integrar servicios como telefonía y video conferencia sobre la misma red, utilizando la tecnología Clear Channel.

Con este objetivo la investigación se ha dividido en cuatro capítulos:

En el primer capítulo se revisan los conceptos esenciales y fundamentos de las Redes de Área Extensa (voz, datos y video). Se mencionan también conceptos de la tecnología VoIP. Además se presenta el análisis de la situación actual de Sharp del Ecuador, identificando las características principales de la red como: elementos de red activos y pasivos, topología física y lógica. Se realiza un análisis del tráfico generado por servicios y aplicaciones informáticos, rendimiento de la red utilizando un el software NTOP

En el segundo capítulo, a partir de los resultados y requerimientos obtenidos en el análisis de la situación actual presentada en el primer Capítulo, se realiza el diseño de la red para Sharp del Ecuador considerando las necesidades primordiales de la empresa. El diseño especifica los subsistemas de cableado estructurado, los elementos de red activos (los que aún serán utilizados y los que se añadirán o cambiarán de acuerdo a los requerimientos), una propuesta de video vigilancia, los servidores y demás elementos que conforman la red de Sharp, de tal manera que cumpla con todos los requerimientos existentes y futuros de la Red de Sharp del Ecuador. Además se estima los anchos de banda correspondiente a voz, datos, video vigilancia y video conferencia con el propósito de estimar adecuadamente los enlaces WAN de la empresa.

En el tercer capítulo se proponen dos alternativas de equipos acorde a las características mínimas y requerimientos explicados en el capítulo 2, se incluye el costo total de las alternativas y se escoge una de ellas de acuerdo a criterios que tienen en la Empresa; algunos de los criterios que se toman en cuenta son: aspectos económicos, técnicos, futuro crecimiento y aplicaciones. Este análisis

de costos permite evaluar la inversión que pudiera tener la empresa en caso de que decida implementar el proyecto.

Finalmente en el cuarto capítulo, se exponen las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

PRESENTACIÓN

Los continuos avances tecnológicos y el constante crecimiento de las empresas, obliga a sus administradores a desarrollar un ambiente de integración de servicios en una sola red, que permita el desarrollo de la empresa y sus usuarios. El presente proyecto está orientado a diseñar una red WAN para Sharp del Ecuador, con integración de servicios de voz, datos y video conferencia que permitan mejorar los procesos en las empresas. La consolidación de servicios sobre una misma red admite que los sistemas de administración se vuelven centralizados, también produce una reducción de costos en operación y administración, sin que esto disminuya la capacidad de comunicación entre las diferentes sucursales. En este proyecto uno de los aspectos más importantes es llegar a conocer los requerimientos del usuario y encontrar una solución para los mismos, realizar un análisis de la infraestructura actual y utilizar en lo posible esta infraestructura es tan importante para poder determinar una solución no solo técnicamente viable, sino que también financieramente recomendable.

Sharp del Ecuador posee 3 sucursales distribuidas en el país, la red WAN diseñada permitirá la posibilidad de manejar la red a nivel nacional como un sólo sistema, presentando una ventaja para que los trámites y procesos que realiza la empresa sean más ágiles y por ende el usuario final tenga un mejor grado de servicio.

CAPÍTULO 1

SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE SHARP DEL ECUADOR

1.1 SHARP DEL ECUADOR S.A.

[¹] La Organización fue fundada en 1912 por Tokuji Hayakawa, quien a la edad de 18 años estableció su pequeño taller en Japón con apenas un capital 50 yenes y tres empleados. Su primera invención fue el popular lápiz mecánico ó lapicero, al que denominó EVER SHARP, el cual más tarde se convertiría en el origen del nombre de la Compañía.

Actualmente la matriz de la Corporación se encuentra establecida en Osaka, Japón. La Organización cuenta en la actualidad con aproximadamente 47.000 miembros que laboran en sus 61 bases alrededor del mundo. Su capital es de 1.800 millones de dólares y sus ventas anuales consolidadas superan los 24.000 millones de dólares.

Smart Systems S.A. fue fundada a finales del año 2002, en calidad de representante comercial para el Ecuador de la División Tecnológica de Sharp Electronics Corporation de Japón. En el Ecuador la matriz de la empresa se encuentra ubicada en Quito y sus sucursales en las ciudades de Guayaquil y Cuenca. En la Figura 1.1 se observa una foto de su matriz en Quito.

¹ <http://www.sharp-ecuador.com/index.htm>



Fig. 1.1 Matriz Quito

La Empresa inició sus operaciones con la venta de fotocopiadoras digitales de documentos, línea considerada como fundamental para el negocio de Sharp.

Actualmente se ha ampliado la gama de productos con la introducción de proyectores, facsímiles, impresoras, equipos multifunción, televisores LCD, soluciones de software, entre otros. En la actualidad la empresa cuenta con un personal de 48 empleados, divididos de la siguiente manera: 20 en la Matriz Quito, 20 en la sucursal Guayaquil y 8 en Cuenca.

En tan solo 7 años la Empresa ha alcanzado una posición sólida dentro del mercado ecuatoriano, a través de un crecimiento acelerado y sostenido.

1.1.1. ESTRUCTURA ACTUAL DE LA RED DE COMUNICACIONES

En la agencia matriz de la ciudad de Quito se encuentra ubicada la Gerencia General, los Departamentos de Servicio Técnico, Ventas y Contabilidad. Las agencias de Guayaquil y Cuenca, tienen el mismo esquema organizativo que su matriz en Quito. La agencia regional en Quito es la encargada de realizar todas las importaciones que se ejecutan en el Ecuador, además cubre la región centro norte de la Sierra y el Oriente; mientras que la sucursal de Guayaquil cubre la región Costa y la sucursal Cuenca se encarga de la región sur de la Sierra.

Sharp del Ecuador cuenta con una red de comunicaciones que se utiliza de forma separada para las tres sucursales tanto para voz, como para datos. En las tres ciudades, la red LAN de datos es Fast Ethernet (10/100 Mbps), con acceso a Internet mediante ADSL, suministrado por una de las operadoras de telefonía fija (según la región). La red de voz en Quito y Cuenca se brinda mediante una pequeña PBX, mientras que Guayaquil cuenta con un sistema de telefonía sobre IP.

En Sharp del Ecuador las estaciones de trabajo son microPCs marca Ncomputing serie L y X, que tienen un software de control remoto con el cual se puede supervisar los dispositivos, apagar - prender y bloquear una estación.

[²] Una microPC o también llamado Cliente Ligero es un computador que arranca por la red contra un servidor que le proporciona una sesión interactiva donde además se ejecutarán todas las tareas y programas. En la Figura 1.2 se puede observar el modo de conexión de una microPC.



Fig. 1.2 Conexión del Terminal de Acceso

El Terminal de acceso debe ser conectado vía Ethernet hacia el servidor. Esto puede hacerse usando un switch, un router o algún otro método de conexión de red. Cuando se registra el software, todos los terminales de acceso deben ser conectados al servidor usando la red. En la Figura 1.3 se encuentra el diagrama conceptual de conexión del servidor y las microPCs.

² <http://www.ncomputing.com/Products/LseriesEthernetconnected.aspx>

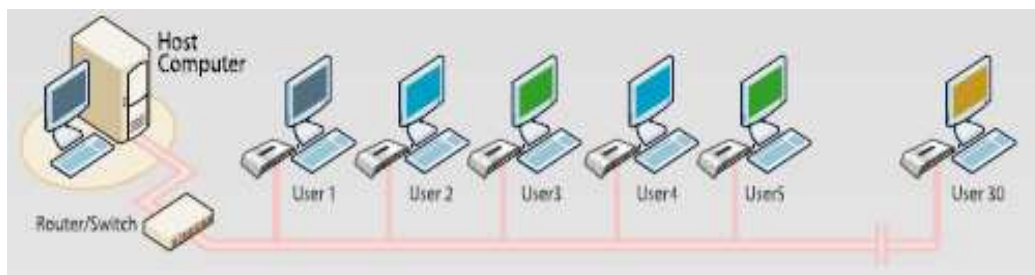


Fig. 1.3 Diagrama Conceptual MicroPCs [3]

El programa con el cual se supervisa los microPCs se denomina Ncontrol, fue diseñado con la finalidad de reducir costos en la operación de las estaciones de trabajo, este software puede correr bajo Windows y Linux; es ligero, por lo cual no genera mucho tráfico en la red. A diferencia de programas similares para el control de herramientas remotas, todas las estaciones pueden ser controladas en un ambiente multi-usuario sobre una dirección IP. Los elementos necesarios para buscar y controlar remotamente una estación en la red LAN es proporcionado mediante el protocolo propietario NSS (NComputing Station Separator).

Ncontrol permite además controlar un usuario o un grupo de usuarios mediante sesiones individuales.

1.1.1.1. Programas Utilizados en Sharp del Ecuador

En Sharp del Ecuador los programas más utilizados para satisfacer las necesidades de producción de la empresa son:

1.1.1.1.1 Microsoft Office 2007

Este paquete de programas es ampliamente utilizado para las funciones básicas de oficina; incluye software destinado al procesamiento de textos

³http://www.arad.co.za/content/indexviewDarticle%26catid%3D1%253Alatestnews%26id%3D49%253Aarad%26option%3Dcom_content%26Itemid%3D56

Microsoft Word, procesamiento de datos numéricos Microsoft Excel, presentaciones animadas con PowerPoint, etc.

Existe además una base de datos desarrollada en Microsoft Access que permite administrar citas, mediante las cuales, el departamento técnico trabaja con visitas de mantenimiento, reparación e instalaciones de nuevos equipos.

1.1.1.1.2 Windows Server 2003

[⁴] En términos generales, Windows Server 2003 se podría considerar como un Windows XP modificado, no con menos funciones, sino que estas están deshabilitadas por defecto para obtener un mejor rendimiento y para centrar el uso de procesador en las características de servidor. En la Matriz Quito esta característica es de alto beneficio, ya que permite trabajar de mejor manera con las microPCs utilizadas.

Sus características más importantes son: cifrado y compresión de archivos, permite montar dispositivos de almacenamiento, gestión de almacenamiento, ActiveDirectory que permite gestionar de forma centralizada la seguridad de una red corporativa a nivel local, DNS con registro de IPs dinámicamente y Políticas de seguridad.

Windows Server 2003 es un sistema operativo de propósitos múltiples capaz de manejar una gran gama de funciones de servidor, en base a sus necesidades, tanto de manera centralizada como distribuida. Algunas de estas funciones del servidor son:

- Servidor de archivos
- Servidor de impresiones
- Servidor de aplicaciones
- Servidor de correo (SMTP/POP)

⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Windows_Server_2003

- Servidor de terminal
- Servidor de Redes Privadas Virtuales (VPN) (o acceso remoto al servidor)
- Controlador de Dominios (mediante Active Directory)
- Servidor DNS
- Servidor DHCP
- Servidor de Streaming de Video
- Servidor WINS

1.1.1.1.3 *Adviser*

Es un sistema organizativo que permite gestionar a través de una única interfaz todos los recursos de Sharp del Ecuador, permitiendo mejorar su productividad y rendimiento con un inventario permanente. Entre los recursos utilizados tenemos:

- **Almacén:** pedidos a proveedor, optimización de pedidos, trasposos entre almacenes, estadísticas.
- **Facturación:** base de clientes, presupuestos, pedidos, facturas, control estadístico.
- **Finanzas** (cobros y pagos) + CONTABILIDAD: compras, gastos, pagos, cartera, riesgo descontado, impagados.
- **Artículos especiales:** lotes y caducidades, números de serie, volúmenes y superficies, Cajas y Kilos, etc.
- **Punto de venta:** herramienta para la venta al detalle y cuadro de caja diario.

- **Agencia de transporte:** impresión de etiquetas y seguimiento de bultos entregados a las agencias.
- **Planificadora industrial:** distribución rutas, diferentes viajes y cobros.
- **Seguimiento e incidencias:** tanto de cliente como proveedor, control de pedido-entregado-facturado, incidencias e incumplimientos en las mismas.
- **Orden de trabajo:** materiales empleados, mano de obra incorporada, horas máquinas, trabajos externos.

1.1.2. DESCRIPCIÓN DE LA RED LAN EN LA AGENCIA MATRIZ QUITO

Sharp Quito funciona en dos edificios separados. En el primer edificio funciona el Departamento de Ventas, con 8 estaciones de trabajo y 3 impresoras, el Departamento de Contabilidad cuenta con 3 estaciones fijas y 1 impresora. Además aquí se encuentra el armario de Telecomunicaciones el cual cuenta con 1 Rack, 2 Servidores, la acometida para el acceso a Internet y una PBX. En el segundo edificio funciona el Departamento de Servicio Técnico, con 3 estaciones de trabajo, 1 impresora y 1 servidor; éste se interconecta con el primer edificio mediante un enlace WiFi punto a punto con una frecuencia de 5,8 GHZ.

El cableado estructurado es de cable UTP categoría 5e, el cual no cumple con los requerimientos y las normas respectivas.

Sharp del Ecuador en Quito, cuenta con una red LAN de 100 Mbps, en topología estrella, mediante un switch CNet CSH 2400 con 24 puertos, el cual permite conexión hacia los servidores marca HP con Windows Server 2003, e impresoras. Las estaciones de trabajo son microPCs que se conectan respectivamente a su servidor de acuerdo al área a la que pertenezca el usuario mediante switches D-Link. Cuenta con un acceso a Internet de 1Mbps.

1.1.2.1. Topología Física

La Topología Física de la red LAN en la Agencia Matriz Quito, consta de tres servidores conectados en estrella a los diferentes terminales, dos de los cuales son conectados en forma inalámbrica. En la Figura 1.4 se indica la distribución de los equipos de la Agencia Matriz Quito.

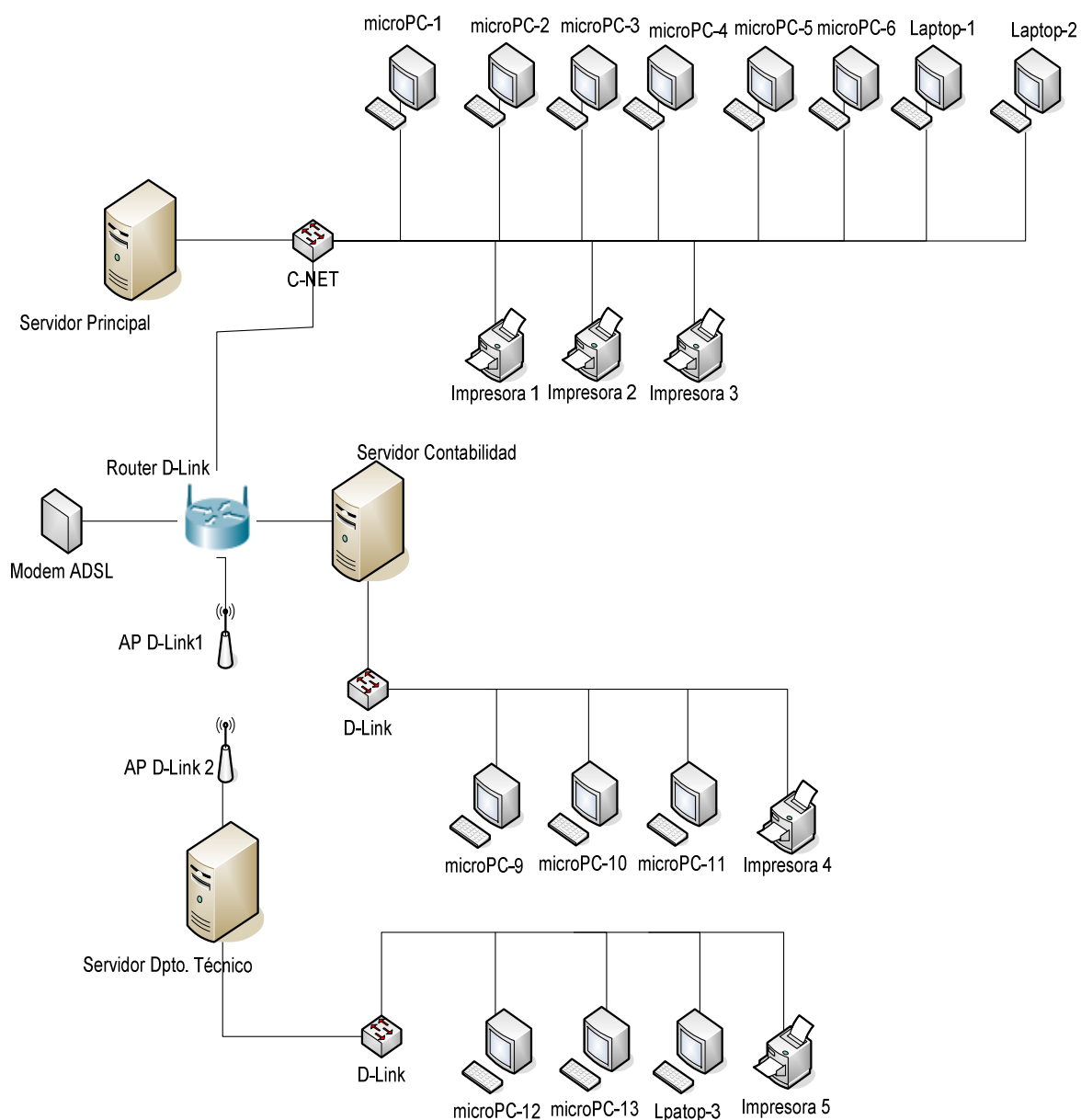

























Fig. 1.4 Topología Física Agencia Quito Sharp del Ecuador

1.1.2.2. Diagrama Lógico de la Red LAN

La Agencia Matriz Quito consta de una red de datos clase C, con la dirección de red privada 192.168.5.0; existe un router inalámbrico al cual se conectan los switches encargados de distribuir los puntos de red a los distintos usuarios en ambos edificios. Todo el direccionamiento se lo realiza estáticamente sin seguir esquema alguno, por lo que existen problemas por duplicación de direcciones.

En la Tabla 1.1 se muestra la distribución de direcciones IP, la dirección MAC y la marca de la tarjeta de Red de los computadores y equipos de red que se encuentran en la matriz.

HOST	Dirección MAC	Fabricante	Distribución
192.168.5.250 	00:1E:0B:FC:8D:33	Genérico	Servidor Principal - Dpto. Ventas
192.168.5.1 	00:14:D1:45:34:FC	D-Link	Router - Dpto. Ventas
192.168.5.24 	00:E0:4C:0B:FC:BA	Realtek	Laptop 1 - Dpto. Ventas
192.168.5.20 	00:1E:4C:15:09:1C	Genérico	Laptop 2 - Dpto. Ventas
192.168.5.139 	00:0F:E0:1A:16:DA	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 1 - Dpto. Ventas
192.168.5.16 	00:0F:E0:19:2B:D6	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 2 - Dpto. Ventas
192.168.5.66 	00:0F:E0:1B:0F:FF	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 3 - Dpto. Ventas
192.168.5.72 	00:0F:E0:19:C8:43	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 4 - Dpto. Ventas
192.168.5.89 	00:0F:E0:19:C6:FC	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 5 - Dpto. Ventas
192.168.5.197 	00:0F:E0:19:C5:C0	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 6 - Dpto. Ventas
192.168.5.95 	00:40:17:8A:C2:43	TROY Group, Inc.	Impresora 1 - Dpto. Ventas
192.168.5.158 	00:80:77:95:2C:16	Brother Industries, LTD.	Impresora 2 - Dpto. Ventas
192.168.5.100 	00:19:5B:CC:11:77	Genérico	Impresora 3 - Dpto. Ventas
192.168.5.6 	00:19:5B:FA:7D:C4	Genérico	Servidor – Dpto. Contabilidad
192.168.5.127 	00:0F:E0:1A:16:DC	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 7 - Dpto. Contabilidad
192.168.5.17 	00:0F:E0:1B:13:05	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 8 - Dpto. Contabilidad
192.168.5.35 	00:0F:E0:1B:14:07	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 9 - Dpto. Contabilidad
192.168.5.77 	00:80:77:CC:8D:C3	Brother Industries, LTD.	Impresora 4 - Dpto. Contabilidad
192.168.5.24 	00:19:DB:C5:95:87	Genérico	Servidor – Dpto. Técnico
192.168.5.135 	00:0F:E0:1B:14:07	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 10 - Dpto. Técnico
192.168.5.12 	00:0F:E0:1C:DC:A8	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 11 - Dpto. Técnico
192.168.5.133 	00:80:92:36:1E:0F	Japan Computer Industry	Laptop 3 – Dpto. Técnico
192.168.5.86 	00:1C:F0:CD:7A:0A	Genérico	Impresora 5 - Dpto. Técnico

 Micro PC  Servidor  Impresora  Router

Tabla 1.1 Asignación de IPs de los equipos en la Matriz

1.1.2.3. Tráfico Actual Red LAN en la Agencia Matriz Quito

El tráfico LAN es la cantidad de información que se envía / recibe dentro de una red local. La medición del tráfico de datos permitirá conocer el estado y funcionamiento general de la red. El estudio se realizó mediante la ayuda del software NTOP.

1.1.2.3.1 NTOP

[⁵] NTOP (Network TOP) es un software libre de análisis del tráfico de red que permite monitorizar en tiempo real, mediante la utilización del protocolo SNMP, los usuarios y aplicaciones que están consumiendo recursos de red en un instante concreto, es un monitor de red multiplataforma ya que funciona en Linux / Windows / MacOSX / Sistemas BSD (Distribución de Software Berkeley). Posee un microservidor web, apuntando a alguna de las IP internas del servidor, puerto 3000 (<http://192.168.1.1:3000>), mostrando los datos en HTML(HyperText Markup Language - Lenguaje de Marcado de Hipertexto) del estado de la red. Muestra estadísticas de tráfico ordenadas en función de diversos criterios, tiene mínimo consumo de memoria y procesador para la generación de informes de múltiples fuentes de interfaz de red. El uso de CPU medido es inferior al 10% para la generación de informes de flujos en 16 interfaces de red. Almacena los datos en una base tipo RRD (Round Robin DataBase).

Lo que hace Ntop, es estar monitorizando toda la red en busca de datos para generar estadísticas. Los protocolos que es capaz de monitorizar son: TCP/UDP/ICMP, ARP (Address Resolution Protocol- Protocolo de resolución de direcciones), IPX (Internetwork Packet Exchange - Intercambio de paquetes interred), Decnet (Digital Equipment Corporation), AppleTalk, Netbios, y ya dentro de TCP/UDP es capaz de agruparlos por FTP, HTTP, DNS, Telnet, SMTP/POP/IMAP (Internet Message Access Protocol), SNMP, NFS (Network File System - Sistema de archivos de red).

⁵ <http://www.bulma.net/body.phtml?nIdNoticia=1226>

Ntop genera gráficos, datos y estadísticas que podemos visualizar con el browser, conectándonos al puerto especificado (3000) para administrar y navegar en las opciones del programa y ver el tráfico que monitorea el Ntop en la red.

Ntop se inicia como servicio "daemon", el cual permite que se inicialice el programa cuando el computador arranca su configuración inicial y se ejecuta periódicamente en el servidor sin que debamos introducir ningún comando.

El menú de navegación principal se encuentra en la parte superior, y nos permite ver las siguientes opciones:

- **About:** Muestra una explicación del programa.
- **Data Rcvd, Data Sent:** Nos muestra que datos se han recibido/transmitido. Las posibilidades para visualizarlo es agrupándolo por protocolos, por TCP/UDP, por actividad de cada host, y por flujos de red.
- **Stats:** Es el apartado de estadísticas, en la que nos presenta información muy completa acerca del estado de la red. Muestra si es tráfico unicast, o multicast, la longitud de los paquetes, el Time To Live del paquete, y el tipo de tráfico que viaja (todo ello con porcentajes).
- **IP Traffic:** Da información acerca del sentido del tráfico, si va de la red local a una red remota, o viceversa.
- **Admin:** Sirve para poder cambiar la interfaz de red, crear filtros, y un mantenimiento de usuarios.

En la Figura 1.5 observamos la interfaz de Network Activity, una de las tantas interfaces del Ntop.



About Summary All Protocols IP Utils Plugins Admin

Hosts: [All] [Local Only] [Remote Only]

Network Load Statistics

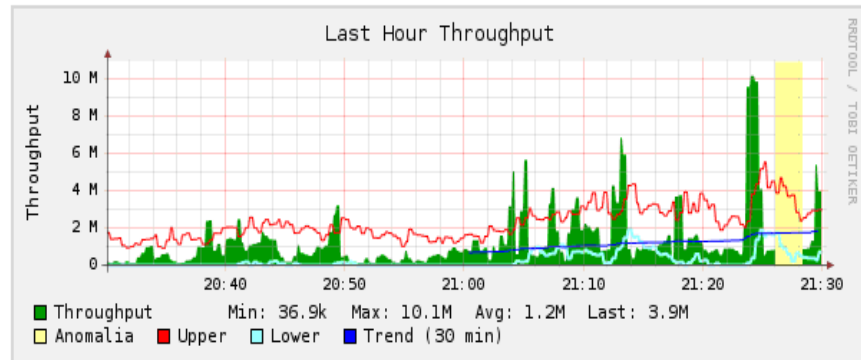


Fig. 1.5 Network Activity Ntop

1.1.2.3.2 Tráfico de Datos

El software NTOP fue instalado en el servidor de la red LAN, se activó todos los días hábiles desde las 7:30 am hasta las 4:30 pm, durante dos semanas consecutivas correspondientes al mes de Junio del 2009. (Ver Anexo A). Las siguientes tablas contienen información detallada de la medición en tiempo real del tráfico de la red tales como: Total de bytes enviados y recibidos, Promedio de carga de la Red, Pico en la carga de la Red, y Total de datos transmitidos.

Toda esta información se presenta en forma detallada y simple, a fin de facilitar su comprensión.

En la Tabla 1.2 se han tabulado los datos correspondientes al Promedio de carga de la red y el pico en la carga de la red, en donde se puede apreciar que el día de mayor tráfico es el lunes 8 de Junio del 2009 seguido de los días martes 9 y jueves 18 del mismo mes.

FECHA	PROMEDIO DE CARGA DE LA RED		PICO EN LA CARGA DE RED	
	BITS	PAQUETES	BITS	PAQUETES
Lunes 8/06/09	2,6 Mbits/s	422.4 Pkt/s	28,6 Mbits/s	4939.2 Pkt/s
Martes 9/06/09	3 Mbits/s	462.8 Pkt/s	40.2 Mbits/s	5498.4 Pkt/s
Miércoles 10/06/09	1 Mbits/s	240 Pkt/s	8 Mbits/s	1329.1 Pkt/s
Jueves 11/06/09	713.3 Kbits/s	156.4 Pkt/s	25.8 Mbits/s	2628.4 Pkt/s
Viernes 12/06/09	1.1 Mbits/s	194.5 Pkt/s	25.8 Mbits/s	2628.4 Pkt/s
Lunes 15/06/09	1.1 Mbits/s	242 Pkt/s	22.7 Mbits/s	2310.7 Pkt/s
Martes 16/06/09	1.2 Mbits/s	240.6 Pkt/s	24.7 Mbits/s	2847.6 Pkt/s
Miércoles 17/06/09	952.8 Kbits/s	226.1 Pkt/s	8.7 Mbits/s	1052.3 Pkt/s
Jueves 18/06/09	2.4 Mbits/s	505.1 Pkt/s	26.9 Mbits/s	3578.9 Pkt/s
Viernes 19/06/09	1,9 Mbits/s	529.7 Pkt/s	22.1 Mbits/s	2487.8 Pkt/s

Tabla 1.2 Tabla de Datos de Red en Quito dados por el Ntop

En la Fig.1.6 y 1.7 se presenta el resultado de la carga de la red esquematizado en barras para una mejor apreciación.

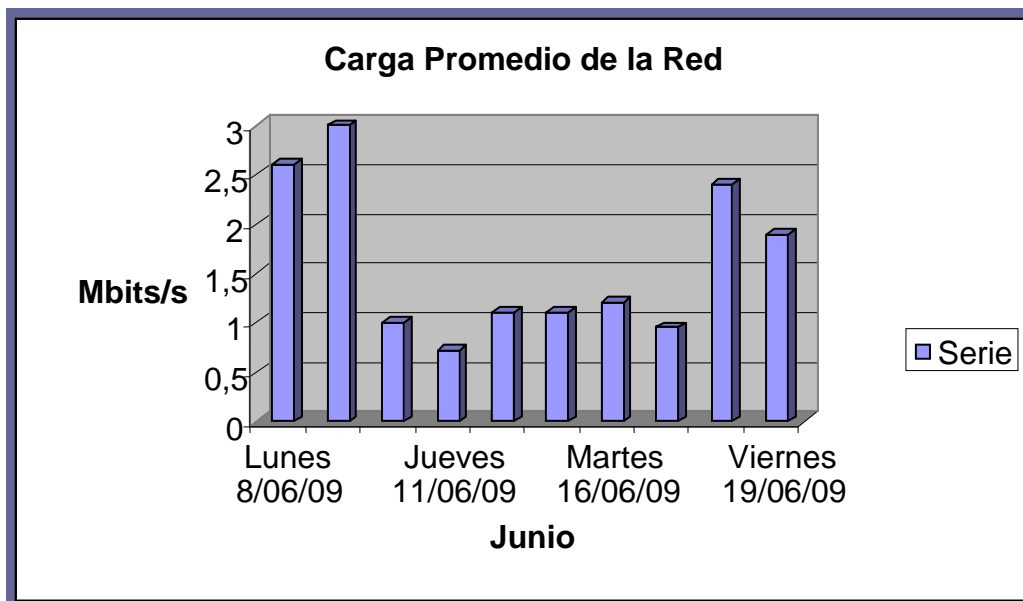


Fig. 1.6 Resultado del Tráfico Promedio en la Red LAN Quito

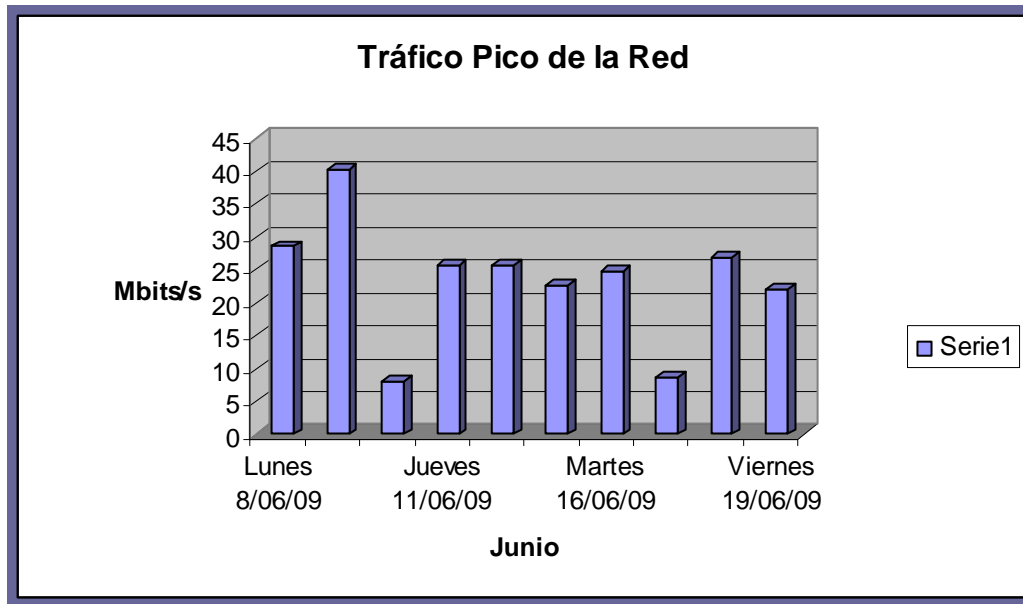


Fig. 1.7 Resultado del Tráfico Pico en la Red LAN Quito

En la Tabla 1.3 se han tabulado los datos correspondientes a los datos enviados y recibidos totales de la red, se puede apreciar el aumento considerable de la tasa de datos enviados en los días jueves o viernes, ya que en estos días la empresa realiza cierre de cuentas semanales.

	Datos Enviados	Datos Recibidos
Lunes 8/06/09	4,8 GBytes	934,8 MBytes
Martes 9/06/09	3,9 GBytes	2,8 GBytes
Miércoles 10/06/09	4,8 GBytes	934,8 MBytes
Jueves 11/06/09	4,7 GBytes	868,6 MBytes
Viernes 12/06/09	13,6 GBytes	4,2 GBytes
Lunes 15/06/09	2,2 GBytes	1,1 GBytes
Martes 16/06/09	8,7 GBytes	3,2 GBytes
Miércoles 17/06/09	2 GBytes	1,8 GBytes
Jueves 18/06/09	15,2 GBytes	11,7 GBytes
Viernes 19/06/09	4,8 GBytes	2,8 GBytes

Tabla 1.3 Tabla de Datos Enviados y Recibidos en la Red de Quito dados por el Ntop

En la Fig.1.8 se presenta el resultado de los datos enviados/recibidos esquematizados en barras para una mejor apreciación.

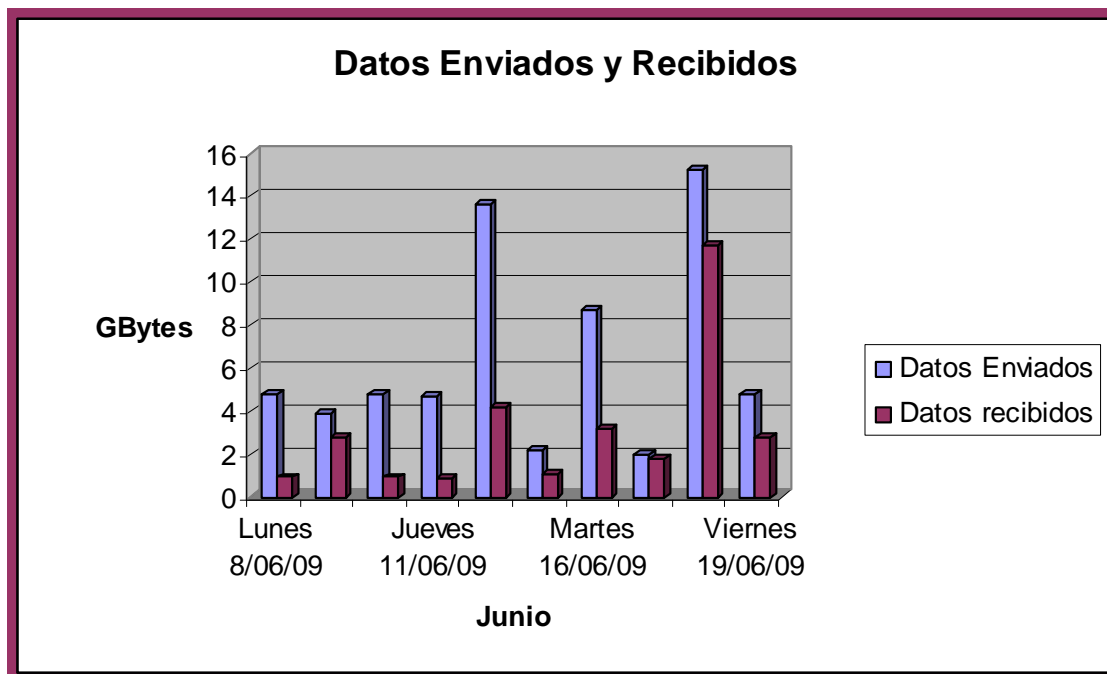


Fig. 1.8 Datos Enviados y Recibidos en la Red Quito

1.1.2.3.3 Tráfico Telefónico

Sharp del Ecuador cuenta con una PBX (Private Branch Exchange) marca Panasonic serie KX-TD 1232E, la cual es una pequeña central telefónica conectada a la red pública por medio de líneas troncales para gestionar las llamadas internas, entrantes y/o salientes. [6] Consta de un sistema denominado CPU (Central Process Unity) encargado mediante un programa de establecer las conexiones con la mejor ruta para la conexión; con una capacidad de: 12 troncales y 32 extensiones (16 iniciales, 16 adicionales), administra el tráfico de llamadas y las contabiliza para uso financiero y de facturación, información que no es utilizada por Sharp; además tiene la factibilidad de configurar parámetros de llamadas entrantes y salientes. Esta

⁶ <http://www.panafonic.com/pbx/kxtd1232.htm>

PBX consta de un puerto RS-232C de 25 pines, que con la configuración adecuada se puede enlazar a la PC con un conector de 9 pines.

De esta manera se realizó la recolección de llamadas durante 2 semanas consecutivas correspondientes al mes de Agosto del 2009 (Ver Anexo B).

Se tabuló la información de cada día por horas, en las cuales se contó para cada hora el número de llamadas así como su duración total. Como ejemplo en la Tabla 1.4 podemos observar los datos del día lunes 17 de Agosto del 2009.

	Número de llamadas	Tiempo de ocupación [s]
7-8	3	163
8-9	24	1892
9-10	40	4058
10-11	75	7504
11-12	81	5697
12-13	40	4724
13-14	34	2082
14-15	36	2540
15-16	70	6871
16-17	43	5792
17-18	12	1649
Total	458	42972

Tabla 1.4 Tabla de Número de Llamadas y Tiempo de Ocupación

Lo primero que se va a calcular para encontrar la Intensidad de Tráfico es el tiempo medio de ocupación (t_m) para cada día de las muestras obtenidas, siendo éste:

$$t_m = \frac{\text{duración total de llamadas}}{\text{total de ocupaciones}} \quad [^7] \text{ Ec. (1)}$$

Por lo tanto para el lunes 17 de Agosto tenemos:

⁷ MENDEZ MORENO ;ALVEAR SANDOVAL. Análisis de tráfico y diseño de una solución telefónica IP para la empresa Pinturas Cóndor S.A. EPN,2009.

$$t_m = \frac{42972}{458} = 93,825328 \text{ s/ocup}$$

Se calculó el t_m para cada día y se muestra los resultados en la Tabla 1.5.

	Número Total de Ocupaciones	Duración Total de Llamadas [s]	t_m (s/ocup)
Lunes 17 de Agosto	458	42972	93,825328
Martes 18 de Agosto	448	44831	100,0692
Miércoles 19 de Agosto	489	48534	99,251534
Jueves 20 de Agosto	372	32768	88,086022
Viernes 21 de Agosto	382	35634	93,282723
Sábado 22 de Agosto	91	8296	91,164835
Lunes 24 de Agosto	425	39245	92,34
Martes 25 de Agosto	361	31797	88,080332
Miércoles 26 de Agosto	502	43170	85,996016
Jueves 27 de Agosto	437	37435	85,663616
Viernes 28 de Agosto	442	42787	96,803167
Sábado 29 de Agosto	37	4226	114,21622
Total	4444	411695	1128,7802

Tabla 1.5 Tiempo medio de ocupación

Utilizando el tiempo medio calculado para cada día y los datos de las ocupaciones en cada día calculamos la intensidad de tráfico por hora.

La intensidad de tráfico se calculó utilizando la ecuación:

$$A = C_A t_m \quad [^8] \text{ Ec. (2)}$$

Así para lunes 17 de Agosto la hora con mayor número de ocupaciones es de 11 a 12 a.m. con un total de 81 llamadas y el t_m es 93,82.

⁸ MENDEZ MORENO ;ALVEAR SANDOVAL. Análisis de tráfico y diseño de una solución telefónica IP para la empresa Pinturas Cóndor S.A. EPN,2009.

$$A = C_A t_m$$

$$A = \frac{81 \text{ ocup}}{3600 \text{ s}} * 93,82 \frac{\text{s}}{\text{ocup}}$$

$$A = 2,11 \text{ Erlangs}$$

Los datos tabulados de la intensidad de tráfico del Lunes 17 de Agosto se presentan en la Tabla 1.6.

	Número de llamadas	Tiempo Promedio [s]	Erlang
7-8	3	93,83	0,08
8-9	24	93,83	0,63
9-10	40	93,83	1,04
10-11	75	93,83	1,95
11-12	81	93,83	2,11
12-13	40	93,83	1,04
13-14	34	93,83	0,89
14-15	36	93,83	0,94
15-16	70	93,83	1,82
16-17	43	93,83	1,12
17-18	12	93,83	0,31

Tabla 1.6 Intensidad de Tráfico en un día

La hora pico del lunes 17 de Agosto del 2009, es de 11 a 12 am con 2,11 *Erlangs*, la Figura 1.9 muestra gráficamente las horas del día y su intensidad de tráfico.

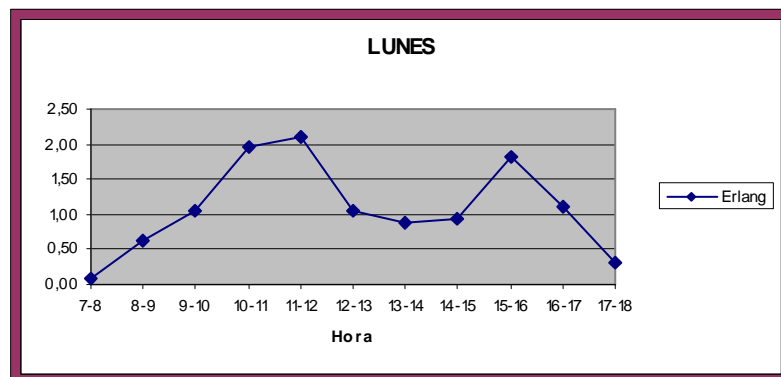


Fig. 1.9 Hora Pico del Tráfico Telefónico en Quito

Para las dos semanas tomadas como muestras se realiza el estudio de la intensidad de tráfico, tomando en cuenta la hora pico de cada día se realiza la Tabla 1.7.

	Hora Pico	A [Erlg]
Lunes 17 de Agosto	11	2,11
Martes 18 de Agosto	10	2,81
Miércoles 19 de Agosto	10	2,18
Jueves 20 de Agosto	10	1,68
Viernes 21 de Agosto	10	1,53
Sábado 22 de Agosto	10	0,66
Lunes 24 de Agosto	11	1,98
Martes 25 de Agosto	10	1,54
Miércoles 26 de Agosto	10	2,01
Jueves 27 de Agosto	11	2,11
Viernes 28 de Agosto	10	2,12
Sábado 29 de Agosto	10	0,25

Tabla 1.7 Intensidad de Tráfico Telefónico en Quito

En resumen para la Agencia en Quito de Sharp del Ecuador tenemos que el martes 9 de Junio es el día con el pico más alto de tráfico de datos con 40.2 Mbps y el martes 18 de Agosto es el día con mayor tráfico telefónico con 2.81 Erlangs. Además maneja un flujo de datos de 15.2 GBytes enviados y 11.7 GBytes recibidos en el día de mayor tráfico.

1.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA RED LAN EN LA AGENCIA GUAYAQUIL

Sharp Guayaquil funciona en un edificio comercial en Urdesa Central, al igual que Quito y Cuenca está conformada por: el Departamento de Servicio Técnico, con 3 estaciones de trabajo, 1 impresora y 1 servidor, el Departamento de Ventas, con 7 estaciones de trabajo, 3 impresoras y 1 servidor, el Departamento de Contabilidad con 3 estaciones fijas, 1 impresora y el Armario de Telecomunicaciones el cual cuenta con 1 Rack, 1 Servidor, la acometida para el acceso a Internet y una central Elastix.

Todo el sistema de datos y voz en Sharp Guayaquil es sobre IP, por lo tanto el cableado existente fue recientemente cambiado, corregido bajo las normas correspondientes y con UTP categoría 6A.

Sharp del Ecuador en Guayaquil, cuenta con una red LAN de 100 Mbps, en topología estrella, mediante un switch CNet CSH 2400 con 48 puertos, el cual permite conexión hacia los servidores marca HP con Windows Server 2003, impresoras y teléfonos IP. Las estaciones de trabajo son microPCs que se conectan a su respectivo servidor de acuerdo al área a la que pertenezca el usuario. Cuenta con un acceso a Internet de 1Mbps.

1.1.3.1. Topología Física

La Topología Física de la red LAN en la Agencia de Guayaquil, consta de tres servidores conectados en estrella a los diferentes terminales. En la Figura 1.10 se indica la distribución de los equipos de la Agencia Sharp en Guayaquil.

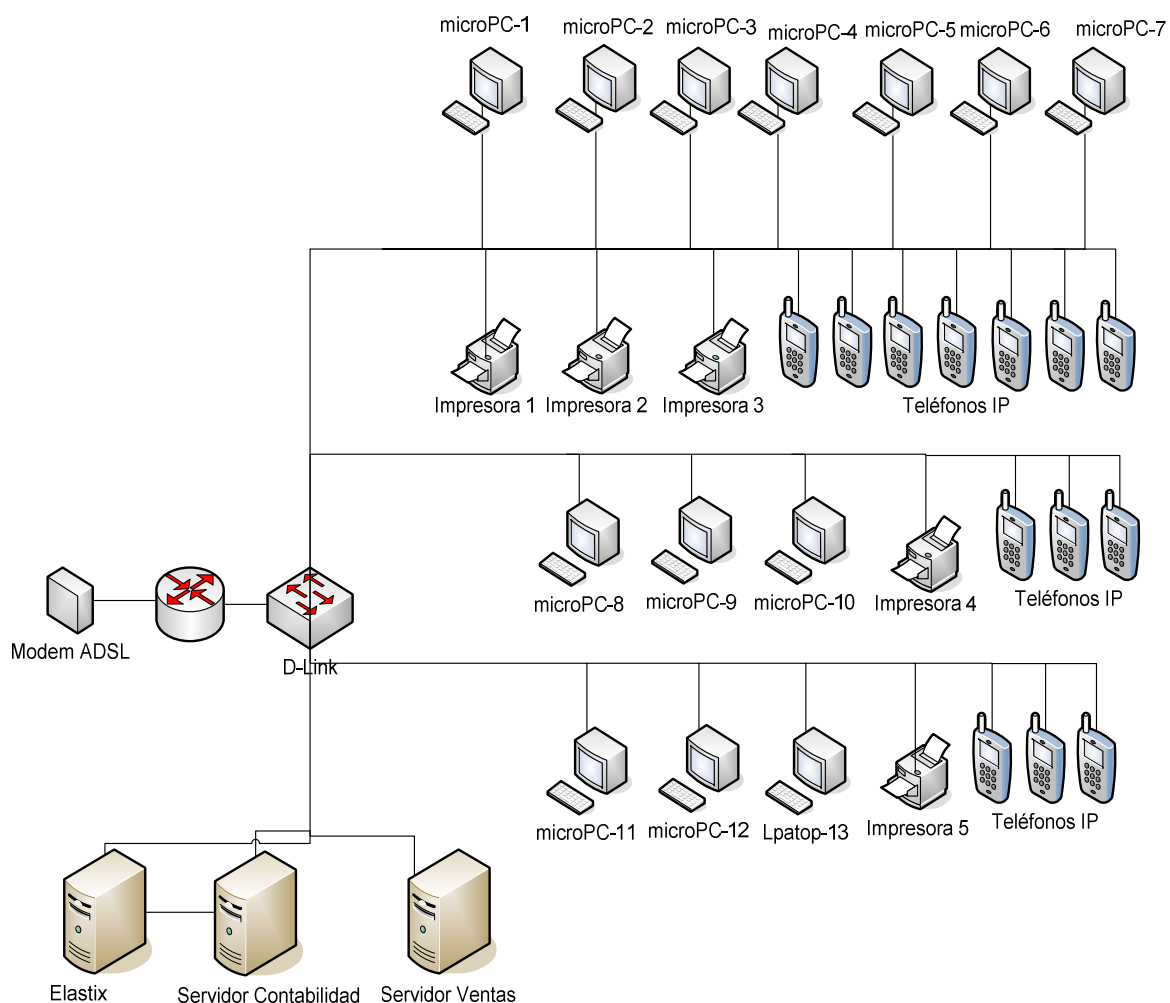


















Fig. 1.10 Topología Física Agencia Guayaquil Sharp del Ecuador

1.1.3.2. Diagrama Lógico de la Red LAN

La Agencia Sharp en Guayaquil consta de una red de datos clase C, con la dirección de red privada 192.168.0.0; existe un switch principal del cual se conecta el servidor, y se encarga de distribuir los puntos de red a los distintos usuarios. Todo el direccionamiento se lo realiza estáticamente.

En la Tabla 1.8 se muestra la distribución de direcciones IP, la dirección MAC y la marca de la tarjeta de red de los computadores y equipos de red que se encuentran en la Agencia Sharp Guayaquil.

HOST	Dirección MAC	Fabricante	Distribución
192.168.0.2 	00:1A:64:A3:33:50	Genérico	Servidor Principal - Dpto. Ventas
192.168.0.1 	00:1E:58:32:E8:17	D-Link	Router - Dpto. Ventas
192.168.0.57 	00:0F:E0:1C:AC:59	Realtek	MicroPC 1 - Dpto. Ventas
192.168.0.58 	00:0F:E0:1E:DC:92	Genérico	MicroPC 2 - Dpto. Ventas
192.168.0.53 	00:0F:E0:1B:39:64	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 3 - Dpto. Ventas
192.168.0.239 	00:02:6F:43:29:5A	Senao International Co., Ltd.	MicroPC 4 - Dpto. Ventas
192.168.0.3 	00:14:22:40:3C:51	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 5 - Dpto. Ventas
192.168.0.180 	00:16:76:C1:88:60	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 6 - Dpto. Ventas
192.168.0.98 	00:0F:E0:1D:EC:1E	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 7 - Dpto. Ventas
192.168.0.237 	00:1C:EE:C1:A9:FB	Brother Industries, LTD.	Impresora 1 - Dpto. Ventas
192.168.0.49 	00:1E:58:B4:E6:17	TROY Group, Inc.	Impresora 2 - Dpto. Ventas
192.168.0.219 	00:1B:11:C9:94:3A	Brother Industries, LTD.	Impresora 3 - Dpto. Ventas
192.168.0.40 	00:1E:58:B4:E7:50	Genérico	Servidor – Dpto. Contabilidad
192.168.0.47 	00:1E:58:B4:E7:59	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 8 - Dpto. Contabilidad
192.168.0.25 	00:1B:11:C9:93:A4	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 9 - Dpto. Contabilidad
192.168.0.44 	00:21:E9:E4:93:B4	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 10 - Dpto. Contabilidad
192.168.0.206 	00:16:6F:64:6E:0D	Brother Industries, LTD.	Impresora 4 - Dpto. Contabilidad
192.168.0.204 	00:12:F0:0C:A6:45	Genérico	Servidor – Dpto. Técnico
192.168.0.9 	00:22:6B:E9:74:2C	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 11 - Dpto. Técnico
192.168.0.56 	00:0F:E0:1A:52:AF	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 12 - Dpto. Técnico
192.168.0.50 	00:0F:E0:1E:DC:AF	NComputing Co.,Ltd.	MicroPC 13 - Dpto. Técnico
192.168.0.215 	00:24:2B:95:58:C2	Brother Industries, LTD.	Impresora 5 - Dpto. Técnico

 Micro PC  Servidor  Impresora  Router

Tabla 1.8 Asignación de IP's de los equipos en Guayaquil

1.1.3.3. Tráfico Actual Red LAN en la Agencia Sharp Guayaquil

La medición del tráfico de datos LAN permitirá conocer el estado y funcionamiento general de la red. Esta medición se realizó mediante el software NTOP, al igual que en la Agencia Matriz Quito y con la ayuda del software Logme In para el control remoto.

1.1.3.3.1 Tráfico de Datos

El software NTOP fue instalado en el servidor de la red LAN, se activó todos los días hábiles desde las 8:00 am hasta las 4:30 pm, durante dos semanas consecutivas correspondientes al mes de Octubre del 2009. (Ver Anexo A). Las siguientes tablas contienen información detallada de la medición en tiempo real del tráfico de la red tales como: total de bytes enviados y recibidos, promedio de carga de la red, pico en la carga de la red, y total de datos transmitidos.

En la Tabla 1.9 se han tabulado los datos correspondientes al promedio de carga de la red y el pico en la carga de la red en donde se puede apreciar que los días de mayor tráfico son: lunes y jueves.

	PROMEDIO DE CARGA DE LA RED		PICO EN LA CARGA DE RED	
	BITS	PAQUETES	BITS	PAQUETES
Lunes 6/10/09	4.7 Mbit/s	617.6 Pkt/s	22 Mbit/s	2265.9 Pkt/s
Martes 7/10/09	2.5 Mbit/s	428.8 Pkt/s	6.6 Mbit/s	1389.5 Pkt/s
Miércoles 8/10/09	1.2 Mb/s	244.5 Pkt/s	8 Mb/s	1327.3 Pkt/s
Jueves 9/10/09	3.4 Mb/s	472.8 Pkt/s	20.2 Mb/s	2098.4 Pkt/s
Viernes 10/10/09	1,9 Mb/s	529.7 Pkt/s	12.1 Mb/s	1987.8 Pkt/s
Lunes 13/10/09	3.2 Mb/s	572.8 Pkt/s	19 Mb/s	2098.4 Pkt/s
Martes 14/10/09	1.1 Mb/s	242 Pkt/s	12.7 Mb/s	1310.7 Pkt/s
Miércoles 15/10/09	1 Mb/s	240 Pkt/s	8 Mb/s	1329.1 Pkt/s
Jueves 16/10/09	2,6 Mb/s	427.4 Pkt/s	8,6 Mb/s	1639.2 Pkt/s
Viernes 17/10/09	2.4 Mb/s	505.1 Pkt/s	16.9 Mb/s	1578.9 Pkt/s

Tabla 1.9 Tabla de Datos de Red en Guayaquil dados por el Ntop

En la Figura 1.11 y 1.12 se presenta el resultado de la carga de red esquematizado en barras para una mejor apreciación.

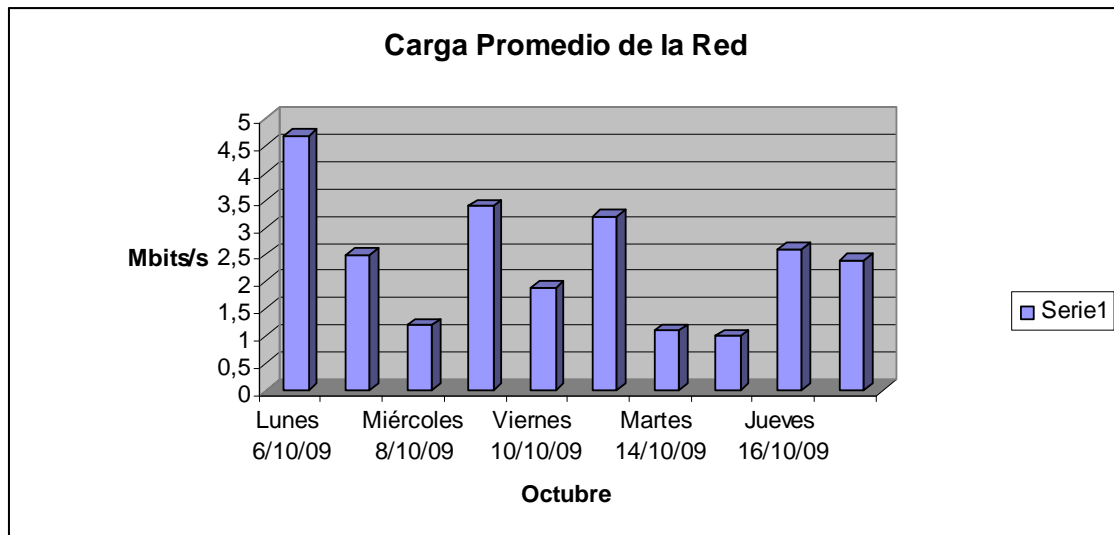


Fig. 1.11 Resultado del Tráfico Promedio en la Red LAN Guayaquil

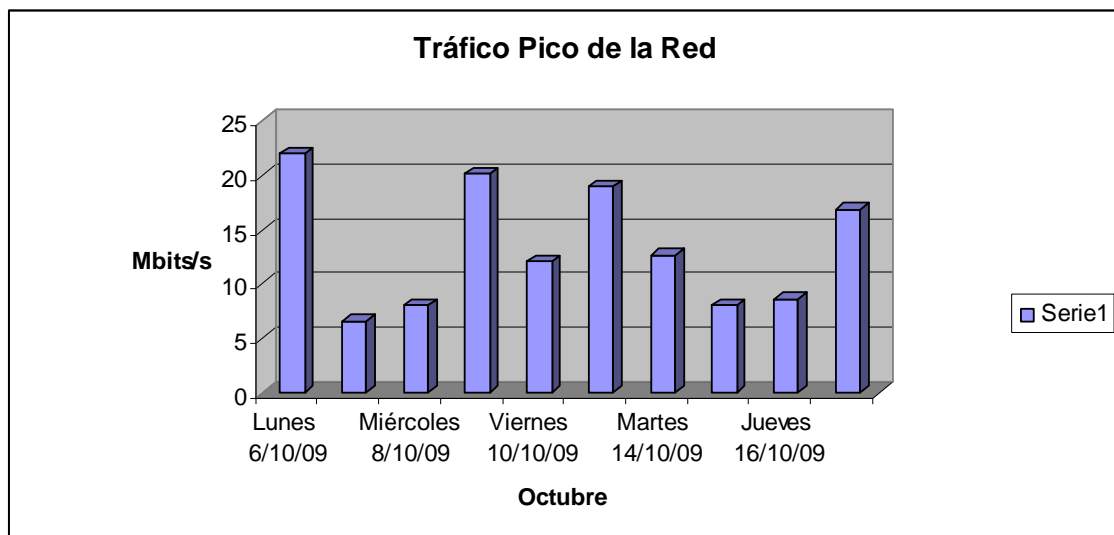


Fig. 1.12 Resultado del Tráfico Pico en la Red LAN Guayaquil

En la Tabla 1.10 se han tabulado los datos correspondientes a los datos enviados y recibidos totales de la red, a diferencia de la Matriz Quito, la Agencia en Guayaquil realiza el cierre de cuentas los días jueves, ya que, al no contar con una red entre las sucursales, la información tiene que ser enviada a la Matriz de manera anticipada para que ésta pueda realizar el cierre general de la Empresa.

	Datos Enviados	Datos Recibidos
Lunes 6/10/09	4.2 GBytes	3.7 GBytes
Martes 7/10/09	2.2 GBytes	1.1 GBytes
Miércoles 8/10/09	3.8 GBytes	2.3 GBytes
Jueves 9/10/09	4 GBytes	2.7 GBytes
Viernes 10/10/09	3.6 GBytes	2,2 GBytes
Lunes 13/10/09	2.2 GBytes	1.1 GBytes
Martes 14/10/09	2.7 GBytes	1.2 GBytes
Miércoles 15/10/09	2 GBytes	1.8 GBytes
Jueves 16/10/09	3.2 GBytes	2.7 GBytes
Viernes 17/10/09	2.8 GBytes	2 GBytes

Tabla 1.10 Tabla de Datos Enviados y Recibidos en la Red de Guayaquil dados por el Ntop

En la Figura 1.13 se presenta el resultado de los datos recibidos y enviados de la red esquematizados en barras.

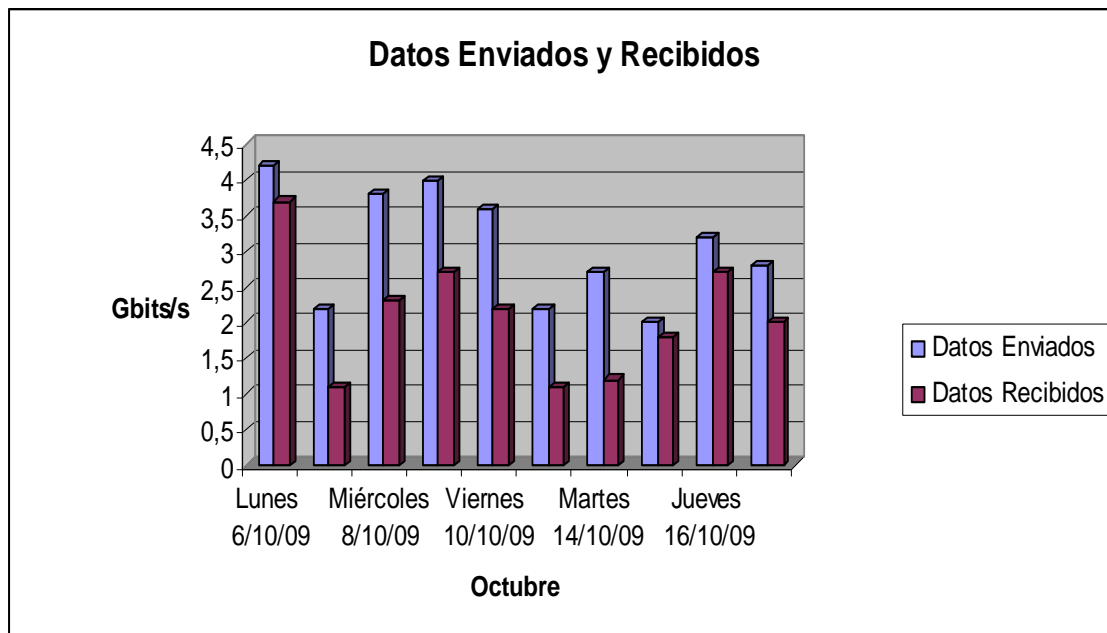


Fig. 1.13 Datos Enviados y Recibidos en la Red Guayaquil

1.1.3.3.2 Tráfico Telefónico

[⁹] El servidor Elastix ubicado en Guayaquil es una central telefónica de grandes prestaciones, ofrece un completo servidor unificado de comunicaciones que implementa gran parte de su funcionalidad sobre 4 programas de software muy importantes como son: Asterisk, Hylafax, Openfire y Postfix, éstos brindan las funciones de PBX, Fax, Mensajería Instantánea y Correo electrónico respectivamente. Otras funcionalidades incluyen la capacidad de hacer reconocimiento y sintetización de voz ASR(Auto Speech Recognition) y TTS (Text to Speech), implementaciones avanzadas de IVR (Interactive Voice Response), servicios de call center, programas de manejo de ventas (CRM – Customer Relationship Management), que pueden ser activadas sin ningún costo de licenciamiento adicional.

Elastix tiene diferentes módulos los cuales tienen diferentes funciones tales como:

- PBX (Buzón de voz, IVR, Música en espera, Soporte de video llamadas, Tarificación)
- FAX (Fax administrable desde Web, Aplicación fax-a-email)
- Call Center (Creación de: agentes, listado de clientes, formularios)
- E-mail
- Reportes (Reporte de detalle de llamadas(CDR), Tarifación de llamadas)
- Extras

Elastix cuenta con un buen soporte para hardware de telefonía, contando con drivers para los principales fabricantes de tarjetas como:

⁹ <http://www.taringa.net/posts/linux/1861385/Elastix-central-telefonica-con-una-pc.html>

- OpenVox
- Digium
- Sangoma
- Rhino Equipment
- Xorcom
- Yeastar

Elastix también soporta muchas marcas de teléfonos gracias a que los protocolos SIP (Session Initiation Protocol) e IAX (Inter-Asterisk eXchange protocol) que usa Asterisk lo permiten. Estos protocolos son abiertos por lo que se puede implementar cualquier teléfono que se comuniquen sobre estos estándares.

Algunos fabricantes de teléfonos soportados son:

- Polycom
- Atcom
- Aastra
- Linksys
- Snom
- Cisco
- Nokia

1.1.3.3.2.1. Protocolos Utilizados Por Elastix

Elastix utiliza MFC/R2, protocolo de señalización dentro de banda por cada canal (CAS channel associated signalling) sobre tramas digitales E1, además

soporta protocolos muy importantes entre los cuales se puede mencionar los siguientes: SIP, IAX, H323, MGCP(Media Gateway Controller Protocol), entre otros.

- IAX es un protocolo que utiliza User Datagram Protocol (UDP) sobre un único puerto de Internet para transmitir y recibir la señalización, es un protocolo simple y directo que se puede implementar en un ATA (adaptador de terminales analógicos). Con un ATA se logra transformar un teléfono analógico en un teléfono IP, con IAX se puede triplicar el número de llamadas, permite efectuar al menos 103 llamadas a través de 1Megabit de ancho de banda.

1.1.3.3.2.2. Códecs que soporta Elastix

[¹⁰] Elastix se caracteriza por utilizar codecs de audio y video que son generalmente utilizados en la telefonía IP actual como: G.711, G.722, G.723.1, G.726, G.729 (Licenciado), iLBC.

- G711: Es un estándar de la ITU-T para la compresión de audio, es usado principalmente en telefonía representando señales de audio con frecuencias de la voz humana, mediante muestras comprimidas de una señal de audio digital con una tasa de muestreo de 8000 muestras por segundo. Proporciona un flujo de datos de 64 kbit/s.
- G729A: Es un códec propietario, por lo que su uso requiere de licencia. Utiliza un ancho de banda que oscila en los 8 kbps.
- iLBC (Internet Low Bit rate Codec).- Códec diseñado para trabajar con reducidos anchos de banda. Además puede manejar la degradación de la voz ocasionada por pérdida o retraso de paquetes.

¹⁰ <http://www.slideshare.net/makenard08/fundamentos-teoricos-sobre-elastix>

Elastix cuenta con un módulo denominado CDR (Reporte de detalle de llamadas), sistema con soporte para búsquedas por fecha, extensión, reportes de llamadas entrantes/salientes y uso de canales. Con este módulo, se recopiló la información de dos semanas del mes de Octubre. (Ver Anexo B).

Siguiendo el mismo esquema del estudio de tráfico telefónico en Quito, para las dos semanas tomadas como muestra, se calculó la intensidad de tráfico y la hora pico para la agencia Guayaquil, datos que se observan en la Tabla 1.11.

	Hora Pico	A [Erlg]
Lunes 19 de Octubre	9	2,63
Martes 20 de Octubre	11	3,01
Miércoles 21 de Octubre	11	2,87
Jueves 22 de Octubre	9	7,13
Viernes 23 de Octubre	11	2,08
Lunes 26 de Octubre	9	3,47
Martes 27 de Octubre	9	2,12
Miércoles 28 de Octubre	11	2,9
Jueves 29 de Octubre	11	5,32
Viernes 30 de Octubre	11	2,36

Tabla 1.11 Intensidad de Tráfico Telefónico en Guayaquil

En resumen para la Agencia en Guayaquil de Sharp del Ecuador tenemos que el lunes 6 de Octubre del 2009 es el día con el pico más alto de tráfico de datos con 22 Mbps y el jueves 22 de Octubre del 2009 es el día con mayor tráfico telefónico con 7,13 Erlangs. Además maneja un flujo de datos de 4.2 GBytes enviados y 3.7 GBytes recibidos en el día de mayor tráfico.

1.1.4. DESCRIPCIÓN DE LA RED LAN EN LA AGENCIA CUENCA

Sharp Cuenca cuenta con la agencia más pequeña del Ecuador, funciona en el primer piso de un edificio de oficinas, en donde el Departamento de Ventas tiene 2 estaciones fijas y 1 impresora, el Departamento de Contabilidad cuenta con 2 estaciones de trabajo y 1 impresora, y por último el Departamento de Servicio Técnico, tiene 1 estación de trabajo. La Gerencia General tiene 1

estación de trabajo, y es aquí donde encontramos el armario de telecomunicaciones el cual cuenta con 1 Servidor, un router ADSL y una pequeña PBX.

La LAN de Cuenca cuenta con un cableado UTP categoría 5e, el cual no cumple con los requerimientos y normas respectivas.

Sharp en Cuenca, cuenta con una red LAN de 100 Mbps, en topología estrella, mediante un switch D-Link con 16 puertos, el cual permite conexión hacia el servidor marca AOpen, Inc. con Windows Server 2003, e impresoras. Cuenta con un acceso a Internet de 512 Kbps (8:1)

1.1.4.1. Topología Física

La Topología Física de la red LAN en la Agencia Sharp Cuenca, consta de un servidor conectado en estrella a los diferentes terminales. En la Figura 1.14 se indica la distribución de los equipos de la Agencia Sharp Cuenca.

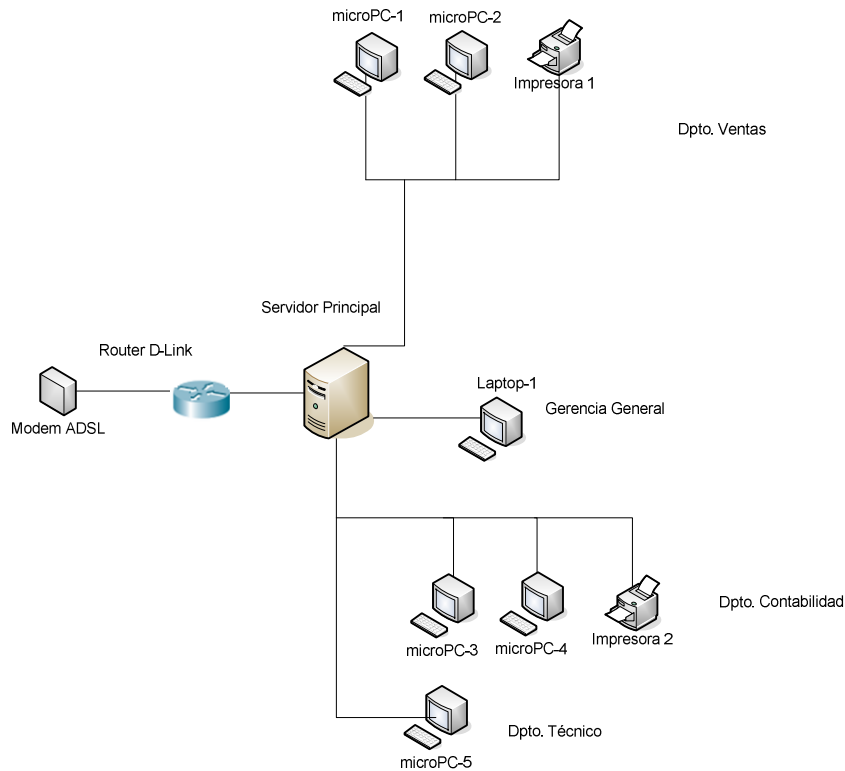












Fig. 1.14 Topología Física Agencia Cuenca Sharp del Ecuador

1.1.4.2. Diagrama Lógico de la Red LAN

La Agencia Sharp Cuenca consta de una red de datos clase C, con la dirección de red privada 192.168.15.0; existe un switch principal del cual se conecta el servidor, y se encarga de distribuir los puntos de red a los distintos usuarios. Todo el direccionamiento se lo realiza estáticamente.

En la Tabla 1.12 se muestra la distribución de direcciones IP, la dirección MAC y la marca de la tarjeta de Red de los computadores y equipos de red que se encuentran en la Agencia Sharp Cuenca.

HOST	Dirección MAC	Fabricante	Distribución
192.168.15.105 	00:01:80:63:02:04	AOpen, Inc.	Servidor Principal
192.168.15.5 	00:1B:11:E6:2E:43	D-Link	Router
192.168.15.103 	00:14:A5:7A:3A:04	Hp	Laptop 1 - Gerencia General
192.168.15.109 	00:19:D1:B1:4B:D7	aopen [NetBIOS]	PC 1 - Dpto. Ventas
192.168.15.100 	00:0E:35:F3:23:C9	Intel Corp.	PC 2 - Dpto. Ventas
192.168.15.107 	00:40:17:8A:C2:43	TROY Group, Inc.	Impresora 1 - Dpto. Ventas
192.168.15.106 	00:0E:35:F3:23:C9	Intel Corp	PC 3 - Dpto. Contabilidad
192.168.15.102 	00:16:EC:24:57:6F	Compaq	Laptop 2 - Dpto. Contabilidad
192.168.15.101 	00:80:77:95:2C:16	Brother Industries, LTD.	Impresora 2 - Contabilidad
192.168.15.104 	00:01:80:63:02:04	AOpen, Inc.	PC 4 - Dpto. Técnico





 Micro PC
  Servidor
  Impresora
  Router

Tabla 1.12 Asignación de IP's de los equipos en la Agencia Cuenca

1.1.4.3. Tráfico Actual Red LAN en la Agencia Sharp Cuenca

La medición del tráfico de datos se realizó mediante la ayuda del software Logme In y NTOP, al igual que en la Agencia en Guayaquil.

1.1.4.3.1 Tráfico de Datos

El software NTOP fue instalado en el servidor de la red LAN, se activó todos los días hábiles desde las 7:30 am hasta las 4:30 pm, durante dos semanas consecutivas correspondientes al mes de Agosto del 2009. (Ver Anexo A). Las siguientes tablas contienen información detallada de la medición en tiempo real del tráfico de la red tales como: total de bytes enviados y recibidos, promedio de carga de la red, pico en la carga de la red, y total de datos transmitidos.

En la Tabla 1.13 se han tabulado los datos correspondientes al promedio de carga de la red y el pico en la carga de la red en donde se puede apreciar que los días de mayor tráfico son: martes, miércoles y jueves.

	PROMEDIO DE CARGA DE LA RED		PICO EN LA CARGA DE RED	
	BITS	PAQUETES	BITS	PAQUETES
Lunes 3/08/09	153.3 Kbit/s	59.1 Pkt/s	554.3 Kbit/s	77.9 Pkt/s
Martes 4/08/09	184.0 Kbit/s	57.6 Pkt/s	826.7 Kbit/s	122.6 Pkt/s
Miércoles 5/08/09	145.0 Kbit/s	53.6 Pkt/s	578.2 Kbit/s	84.8 Pkt/s
Jueves 6/08/09	199.6 Kbit/s	57.4 Pkt/s	485.0 Kbit/s	105.2 Pkt/s
Viernes 7/08/09	157.6 Kbit/s	58.6 Pkt/s	627.4 Kbit/s	93.0 Pkt/s
Lunes 10/08/09	99.9 Kbit/s	39.4 Pkt/s	894.4 Kbit/s	124.0 Pkt/s
Martes 11/08/09	125.7 Kbit/s	62.6 Pkt/s	1.0 Mbit/s	136.6 Pkt/s
Miércoles 12/08/09	180.5 Kbit/s	41.0 Pkt/s	672.6 Kbit/s	108.8 Pkt/s
Jueves 13/08/09	122.3 Kbit/s	50.3 Pkt/s	753.1 Kbit/s	117.2 Pkt/s
Viernes 14/08/09	144.4 Kbit/s	59.7 Pkt/s	763.6 Kbit/s	105.3 Pkt/s

Tabla 1.13 Tabla de Datos de Red en Cuenca dados por el Ntop

En la Figura 1.15 y 1.16 se presenta el resultado de las tablas de datos de la red esquematizados en barras para una mejor apreciación.

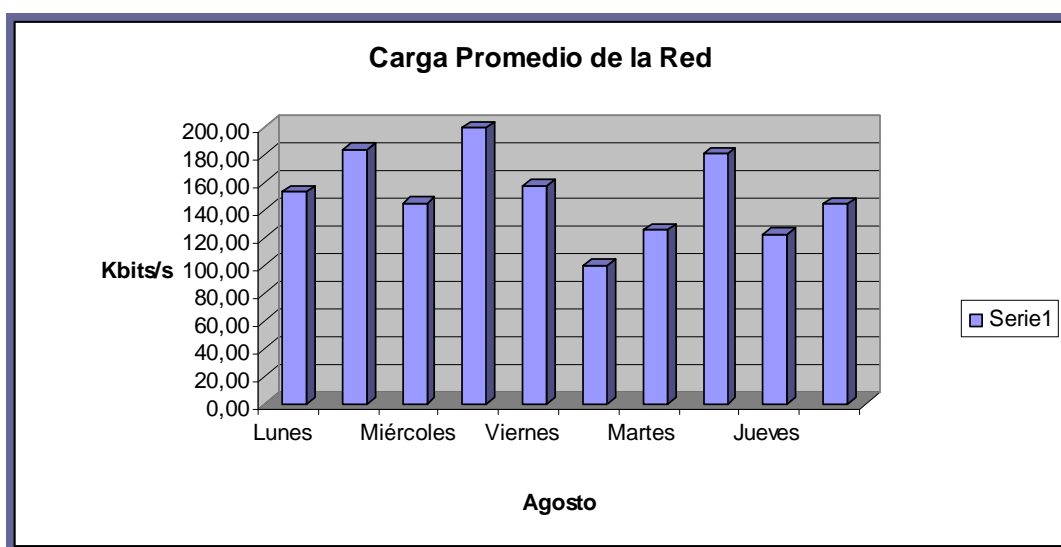


Fig. 1.15 Resultado del Tráfico Promedio en la Red LAN Cuenca

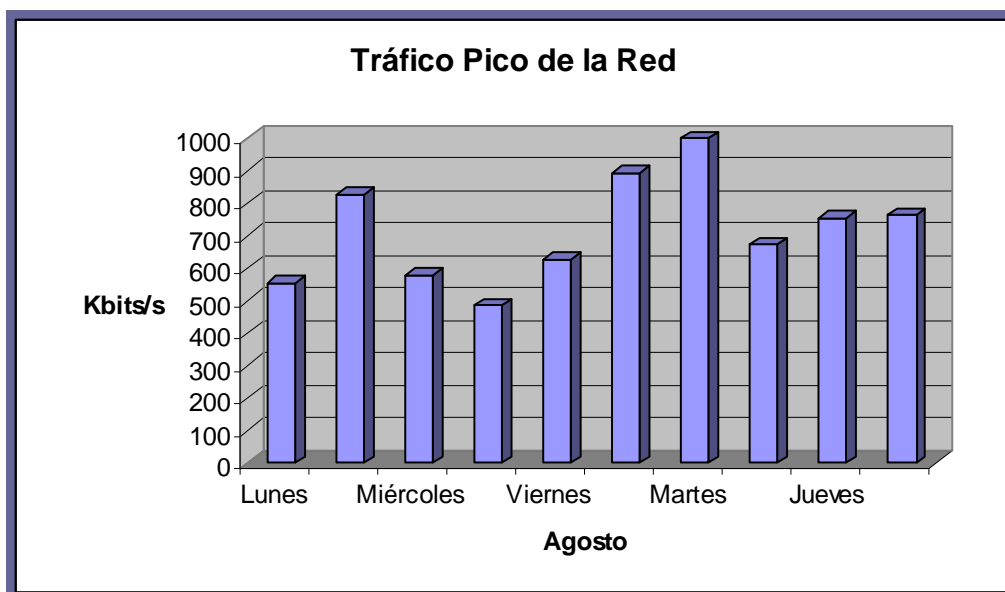


Fig. 1.16 Resultado del Tráfico Pico en la Red LAN Cuenca

En la Tabla 1.14 se han tabulado los datos correspondientes a los datos enviados y recibidos totales de la red, a diferencia de la Matriz Quito, la Agencia en Cuenca se realiza el cierre de cuentas los días miércoles o jueves, ya que, al no contar con una red entre las sucursales, la información tiene que ser enviada a la Matriz de manera adelantada para que esta pueda realizar el cierre general de la Empresa.

	Datos Enviados	Datos Recibidos
Lunes 3/08/09	9.7 MBytes	2.8 MBytes
Martes 4/08/09	17.1 MBytes	8.8 MBytes
Miércoles 5/08/09	39.4 MBytes	27.6 MBytes
Jueves 6/08/09	13.0 MBytes	4.3 MBytes
Viernes 7/08/09	26.7 MBytes	19.6 MBytes
Lunes 10/08/09	24.3 MBytes	23.1 MBytes
Martes 11/08/09	13.1 MBytes	6.9 MBytes
Miércoles 12/08/09	11.4 MBytes	5.4 MBytes
Jueves 13/08/09	27.5 MBytes	19.0 MBytes
Viernes 14/08/09	19.3 MBytes	12.4 MBytes

Tabla 1.14 Tabla de Datos Enviados y Recibidos en la Red Cuenca

En la Fig.1.17 se presenta el resultado de los datos enviados y recibidos esquematizados en barras.

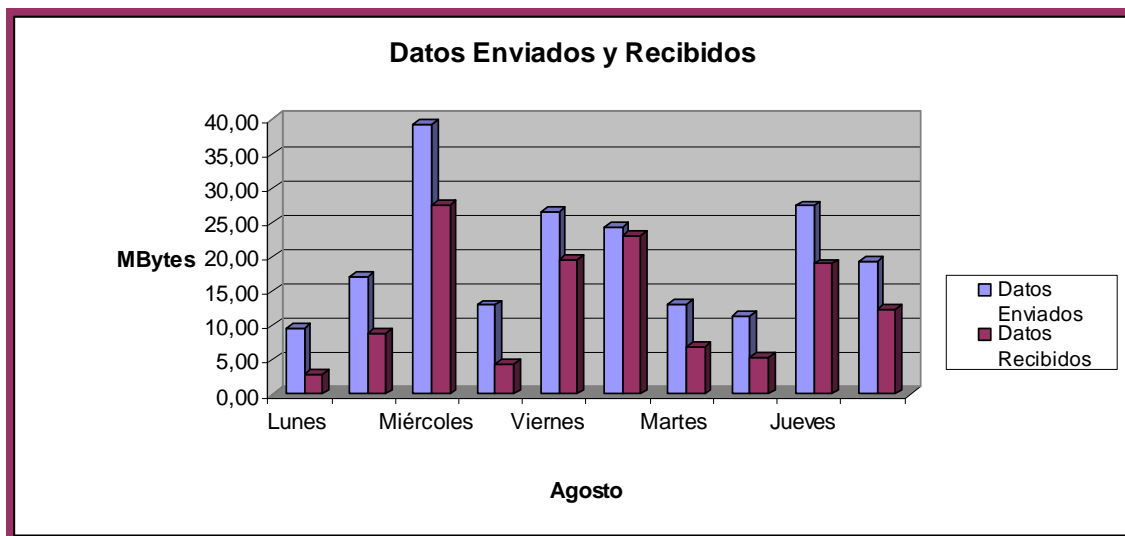


Fig. 1.17 Datos Enviados y Recibidos en la Red Cuenca

1.1.4.3.2 Tráfico Telefónico

Sharp en Cuenca cuenta con una PBX (Private Branch Exchange) marca Panasonic serie KX-TD 1232E, con una capacidad de: 12 troncales y 32 extensiones (16 iniciales, 16 adicionales), administra el tráfico de llamadas y las contabiliza para uso financiero y de facturación, información inutilizada por Cuenca, esta PBX consta de un puerto RS-232C de 9 pines, que con la configuración adecuada se conectó a una PC y de esta manera se realizó la recolección de llamadas durante 2 semanas consecutivas correspondientes al mes de Septiembre del 2009 (Ver Anexo B).

Siguiendo el mismo esquema del tráfico telefónico en Quito, para las dos semanas tomadas como muestra, se calculó la intensidad de tráfico y la hora pico para la sucursal Cuenca, datos que se observan en la Tabla 1.15.

	Hora Pico	A [Erlg]
Lunes 7 de Septiembre	11	0,15
Martes 8 de Septiembre	10	0,42
Miércoles 9 de Septiembre	9	0,06
Jueves 10 de Septiembre	10	0,12
Viernes 11 de Septiembre	11	0,21
Lunes 14 de Septiembre	11	0,19
Martes 15 de Septiembre	10	0,12
Miércoles 16 de Septiembre	11	0,15
Jueves 17 de Septiembre	10	0,22
Viernes 18 de Septiembre	10	0,12

Tabla 1.15 Intensidad de Tráfico Telefónico en Cuenca

En resumen para la Agencia en Cuenca de Sharp del Ecuador tenemos que el lunes 10 de Agosto del 2009 es el día con el pico más alto de tráfico de datos con 894.4 Kbps y el martes 8 de Septiembre del 2010 es el día con mayor tráfico telefónico con 0.42 Erlangs. Además maneja un flujo de datos de 39.4 Mbytes enviados y 27.6 Mbytes recibidos en el día de mayor tráfico.

1.1.5. CONCLUSIÓN

En conclusión, con los datos obtenidos del tráfico telefónico y de datos en las tres sucursales de Sharp del Ecuador podemos hacer una estimación acertada de cuanto tráfico total maneja la red de Sharp y utilizar estos datos para calcular el ancho de banda de la red WAN.

En la Tabla 1.16 se observa los datos más representativos de voz y datos en cada sucursal, los cuales serán tomados en cuenta en el capítulo 2 para el diseño de la red

Agencia	Datos	Voz
Quito	40.2 Mbps	2.81 Erlangs
Guayaquil	22 Mbps	7,13 Erlangs
Cuenca	894.4 Kbps	0,42 Erlangs
Total	63,0944 Mbps	10,36 Erlangs

Tabla 1.16 Total de tráfico manejado por la red de Sharp del Ecuador

1.2 TÉCNICAS WAN MÁS COMUNES

1.2.1. FRAME RELAY

[¹¹]Frame Relay es un servicio rápido de conmutación de paquetes de longitudes variable, para transportar datos sobre áreas extensas, de alto rendimiento que funciona en las capas físicas y de enlace de datos del modelo de referencia OSI.

1.2.1.1. Tecnología Frame Relay

Frame Relay envía información por una WAN dividiendo los datos en paquetes de tamaño variable, cada paquete viaja a través de una red entre dispositivos de usuario denominados DTE (routers, bridges y hosts) y equipos de red o también llamados DCE (por ejemplo los nodos de conmutación) para llegar a su destino.

1.2.1.1.1 Trama Frame Relay

En la Figura 1.18 se muestra los campos que conforman la trama Frame Relay

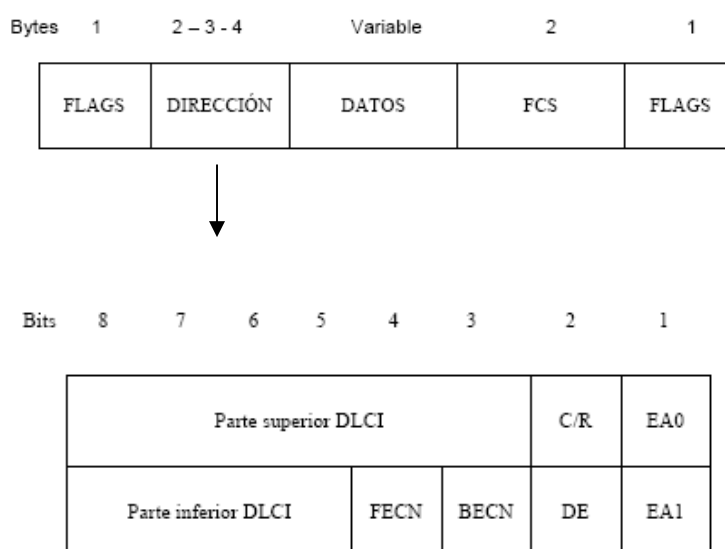


Fig. 1.18 Formato de trama Frame Relay

¹¹ <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ingsanchez/Redes/Archivos/FRAMERELAY.asp>

- El Campo **FLAGS** (1 byte: 01111110) delimita el comienzo y el final de la trama.
- El Campo de **DIRECCIÓN** utiliza 2 bytes de los que los primeros 10 bits representan el **ID** del actual circuito, denominado **DLCI (DATA LINK CONNECTION IDENTIFIER - IDENTIFICADOR DE CONEXIÓN DE ENLACE DE DATOS)**, es un valor que especifica un Circuito Virtual Permanente o un Circuito Virtual Conmutado en una red Frame Relay y permite la multiplexación de varias conexiones lógicas a través de un único canal. Frame Relay tienen DLCIs locales, lo que significa que sus valores son únicos en la LAN, pero no necesariamente en la WAN.
- El bit **DIRECCIÓN EXTENDIDA (EA) (EA0 Y EA1)**. Si este bit está en 1L, el byte actual es el último byte del DLCI, de lo contrario será un 0L.
- El bit **(Comando/Respuesta) "C/R"** representa una indicación de petición/respuesta.
- El bit **NOTIFICACIÓN EXPLÍCITA DE CONGESTIÓN HACIA DELANTE (FECN)**. Si la red esta saturada fijan el bit en 1L, de este modo notifican al dispositivo destino que la ruta está congestionada.
- El bit **NOTIFICACIÓN EXPLÍCITA DE CONGESTIÓN HACIA ATRÁS (BECN)**. Si la red esta saturada fijan el bit en 1L, de este modo notifican al dispositivo origen, de modo que disminuya la tasa de envío de paquetes.
- El bit **ELEGIBLE PARA DESCARTE (DE: DISCARD ELIGIBILITY)** representa un mecanismo de prioridades el cual se activa por el DTE para indicar que una trama tiene menor importancia que otras tramas y sería descartada si la red está limitada de recursos o congestionada. Si está un 1L, indica que la trama tiene preferencia para ser descartada frente a otras con el bit DE en 0L.
- El Campo de **DATOS**, de longitud variable que consiste de un número entero de bytes, generalmente se utilizan 1600 bytes.

- El Campo **FRAME CONTROL SEQUENCE (FCS)** consta de 16 bits, es el código de control de errores de la cabecera de la trama.[¹²]

1.2.1.1.2 Ensamblador / Desensamblador en Frame Relay

Para manejar las diversas tramas que llegan de otros protocolos, Frame Relay utiliza un dispositivo denominado ensamblador/ desensamblador, este empaqueta todas las tramas de los protocolos existentes en una única trama Frame Relay, para poder viajar por ella.

1.2.1.1.3 Modos de Operación

[¹³] Frame Relay utiliza circuitos virtuales, los cuales aseguran una ruta completa hacia la red de destino y proveen una comunicación bidireccional entre usuarios. Utiliza tanto:

PVC (Permanent Virtual Circuit, Circuito Virtual Permanente)

SVC (Switched Virtual Circuit, Circuito Virtual Conmutado)

1.2.1.1.3.1 Circuito Virtual Permanente (PVC)

Es un circuito virtual que permanece activo y es utilizado para la transferencia constante de datos a través de la red Frame Relay, no requiere que se haga el establecimiento del circuito, ni su terminación, por lo tanto solo requiere de la fase de transferencia de datos y de la fase de espera.

¹² <http://www.textoscientificos.com/redes/area-amplia/frame-relay/arquitectura-protocolo>

¹³ http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/frame.pdf

1.2.1.1.3.2. Circuitos Virtuales Conmutados (SVC)

Son utilizados para transmitir datos esporádicamente entre DTEs a través de la red Frame Relay y son conexiones temporales que consisten en los siguientes estados de operación:

- **Llamada:** Se establece un circuito virtual entre dos DTE.
- **Transferencia de datos:** Los datos son transmitidos sobre este circuito virtual.
- **Espera:** La conexión entre los DTE se mantiene activa pero ningún dato es enviado, si el circuito virtual permanece por mucho tiempo en este estado, se cerrará la conexión ("termina la llamada").
- **Termino de la llamada:** Se cierra la conexión del circuito virtual entre los DTE.

1.2.1.1.4 Parámetros de Conexión

Los clientes compran los servicios de Frame Relay a un proveedor de servicios y para poder pagar un servicio adecuado a sus necesidades existen parámetros que determinan el tipo de servicio asociado a cada circuito virtual establecido. Entre ellos se encuentran:

- CIR (Committed Information Rate, Tasa de Información Comprometida) es la velocidad de información contratada a la cual la red Frame-Relay se compromete a proporcionar, determina el valor del ancho de banda mínimo que estará disponible en cualquier momento en la red.
- AR (Acces Rate, Velocidad de Acceso) es la velocidad a la que se conecta a la nube Frame Relay.
- Bc (Committed Burst Size o Ráfaga Comprometida) es el máximo de bits que el switch se compromete a transferir durante un espacio de tiempo.

- Be (Excess Burst Size, Ráfaga en Exceso). El tráfico que supera el CIR acordado con el proveedor y que va marcado con el bit de descarte (DE), se denomina Ráfaga Excedente, estos son conmutados en la medida en que hay capacidad de transporte disponible.
- Tc (Committed Rate Measurement Interval, Intervalo de Tiempo de Velocidad Comprometida): Intervalo de tiempo durante el cual el usuario está permitido transmitir un número de bits igual a $B_c + B_e$.
- EIR (Excess Information Rate o Velocidad en Exceso): Es la tasa de transmisión sobre el CIR, que la red tratará de transmitir. [¹⁴]

1.2.1.2. Aplicaciones

Las aplicaciones típicas del Servicio Frame Relay son:

- ✓ Intercambio de información en tiempo real, dentro del ámbito empresarial.
- ✓ Correo electrónico.
- ✓ Transferencia de ficheros e imágenes.
- ✓ Impresión remota.
- ✓ Aplicaciones cliente-servidor.
- ✓ Acceso remoto a bases de datos.

1.2.1.3. Ventajas

Optimización de los costos de telecomunicaciones, ya que los usuarios podrán transportar simultáneamente, compartiendo los mismos recursos de red.

¹⁴ <http://www.textoscientificos.com/redes/area-amplia/frame-relay/arquitectura-protocolo>

Flexibilidad del servicio ya que Frame Relay es una solución adaptable a las necesidades cambiantes del cliente, basada en circuitos virtuales permanentes (PVC).

Adaptabilidad mediante la utilización del FRAD Frame Relay puede transportar datos que provengan de diversos tipos de tecnologías y protocolos.

1.2.1.4. Voz y Video sobre Frame Relay

1.2.1.4.1 VoFR

[¹⁵] Se puede transmitir simultáneamente voz y datos sobre Frame Relay, ésta integración se realiza mediante FRADs, utilizando la capacidad excedente para transporte de voz. La voz se digitaliza utilizando PCM (modulación por codificación en pulsos) y luego se comprime, el resultado es enviado en tramas de datos a través de la red FR.

Sin embargo, la calidad no es buena y el retardo variable puede afectar a la transmisión de voz en tiempo real. De la necesidad de una comunicación de voz sin retardos y una calidad aceptable, nacen algunos métodos de optimización como son:

1.2.1.4.1.1. Supresión de Sonidos Repetitivos

Los sonidos repetitivos son inherentes en una conversación humana, éstos son fácilmente comprimidos ya que la transmisión de estos sonidos idénticos no es necesaria, la supresión de estos elementos aumenta la eficiencia de la comunicación.

¹⁵ <http://www.scidyn.com>

1.2.1.4.1.2. *Supresión del Silencio*

Las pausas entre palabras y oraciones que una persona realiza al terminar su conversación o al iniciar una nueva son muchas, éstas pueden ser suprimidas para aumentar y optimizar significativamente la utilización del ancho de banda.

1.2.1.4.1.3. *Compresión de Voz*

[¹⁶] “La compresión de voz es el resultado de la supresión de los silencios y la supresión de los patrones repetitivos en una conversación humana. La compresión de voz es usada para reducir la cantidad de información necesitada para recrear la voz al lado final. El ancho de banda que utiliza un canal de voz aceptable es de 64 Kbps, mientras si se utiliza la compresión de voz se pueden multiplexar hasta 255 canales de voz en un único DLCI de Frame Relay.”

1.2.1.4.1.4. *Cancelación del Eco*

El eco ocurre cuando la voz es reflejada al lugar que fue transmitida, ocurre en distancias grandes en donde además del retraso, existe eco en la comunicación.

Lo que hace un cancelador del eco es crear un modelo matemático que permita analizar el patrón de transmisión y restarlo con la trama original con el propósito de identificar la señal repetida y eliminarla.

1.2.1.4.1.5. *Jitter*

La variación de tiempo entre los diferentes paquetes es llamada Jitter, éste puede impedir la habilidad de recibir correctamente los paquetes, provocando que la voz se escuche distorsionada, para evitar esto, la trama es pasada por buffers que disminuyen el retraso en una red que tiene Jitter.

¹⁶ <http://www.frforum.com/4000/voicetechbrief.html>

1.2.1.4.1.6. Priorización

Para minimizar el retraso del tráfico de voz y balancear la carga de los datos, este mecanismo provee un servicio a aquellos paquetes que estén identificados como sensibles al retraso y por lo tanto los enviará primero que otros paquetes menos sensibles.

1.2.1.4.1.7. Fragmentación

Esta técnica es usada para dividir grandes bloques de datos en bloques más pequeños asegurando que los paquetes de voz no sufran retrasos y coclocados detrás de grandes paquetes de datos, además reduce el efecto del jitter debido a que los paquetes son recibidos regularmente.

1.2.1.4.2 Video sobre Frame Relay

El factor más importante en la entrega aceptable de la videoconferencia sobre Frame Relay es la protección de la secuencia de vídeo. El ancho de banda adecuado tendría que ser de 1% al 3 % mayor que el seleccionado con el objetivo de tener espacio para la transmisión y poder transportar los paquetes sin obstaculizar la entrega de carga útil.

El inconveniente es la pérdida de fotogramas, el cual depende de la capacidad de la red, la carga de tráfico en un momento dado y otros factores que congestionan la red, como parte de un control de congestión Frame Relay realiza el descarte de bits en aquellas tramas que excedan el CIR, causando la pérdida de cuadros lo que produce desperfectos tanto en el audio como en la calidad del video.

La forma más acertada para evitar el control de congestión y por tanto la degradación del video es garantizar suficiente ancho de banda a través de un CIR alto para satisfacer las necesidades de transmisión de video.

1.2.2. CLEAR CHANNEL

Clear Channel es un servicio de Transmisión de Datos a través de la Red TDM, en donde el ancho de banda “de punta a punta” es de uso exclusivo del cliente que lo contrató, es un enlace permanente y no pasa por ningún proceso de conmutación de enlaces o de paquetes de datos. Estas líneas son para uso exclusivo, privado e ilimitado, con un alto rendimiento y una elevada eficiencia en las transmisiones, están diseñadas para transmitir señales de cualquier naturaleza.

1.2.2.1. Ventajas

- Exclusividad por la utilización de circuitos totalmente dedicados.
- Seguridad absoluta, garantizada por la continuidad del servicio.
- Capacidad de transmisión constante y escalable.
- Alto rendimiento y elevada eficiencia en las transmisiones.
- Transporte conjunto de distintos tipos de tráfico y múltiples protocolos, compartiendo una única línea de transmisión.

1.2.2.2. Aplicaciones

[¹⁷] Clear Channel es ideal para aquellas aplicaciones que necesitan mantener un flujo de información constante, o comunicaciones de gran caudal y calidad por períodos de tiempo prolongados, sirve como backbone de alta velocidad.

El Ancho de Banda necesario para dichas transmisiones es el que define las características del servicio en sus dos variantes:

- Narrowband (Capacidades: 64Kbps a 2Mbps)
- Broadband (Capacidades: 2/34/45/155 /622 Mbps)

¹⁷ http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/arq_conmut.html

Clear Channel es ideal para aplicaciones tales como:

- Aplicaciones Cliente-Servidor
- Interconexión de redes LAN
- Interconexión de redes de voz
- Interconexión de centros de cómputo.

En la Figura 1.19 se indica una de las posibles aplicaciones de Clear Channel, una red de Backbone de alta velocidad.

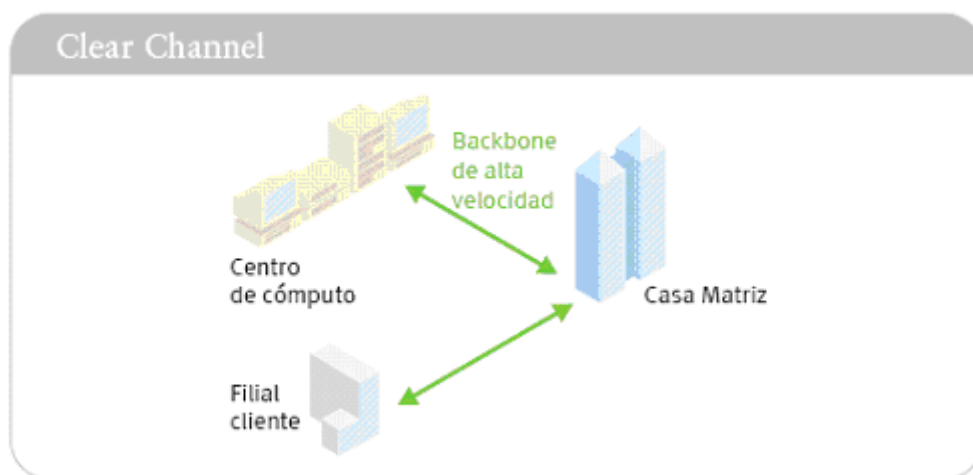


Fig. 1.19 Aplicación de Clear Chanel

1.2.2.3. Multiplexación por División de Tiempo (TDM)

TDM es un sistema de transmisión en el cual un número de comunicaciones están multiplexados en una portadora al asignar a cada fuente de información un espacio de tiempo específico. El proceso se lleva a cabo "intercalando" las muestras de diferentes señales para que éstas se puedan transmitir en forma secuencial por el mismo canal.

1.2.2.3.1 *Transmisión Digital*

La transmisión digital es la transferencia de pulsos digitales, 1's y 0's, como niveles de voltajes, entre dos nodos en un sistema de comunicación. Digitalizar una señal da como resultado una mejor calidad de transmisión, con una reducción de distorsión y una mejora en la relación señal a ruido.

1.2.2.3.2 *Modulación por Pulsos Codificados (PCM)*

[¹⁸] La modulación de pulsos es la conversión de una señal analógica a una señal digital para transmitirla en forma digital. Los pasos necesarios para transformar la señal analógica en digital por modulación de pulsos codificados son: Muestreo, Cuantificación y Codificación. En el proceso de convertir una señal analógica a digital, un filtro pasa-bandas limita a la señal analógica de entrada a la proporción de la frecuencia de la banda de voz estándar, de 300 a 3000 [Hz]. Un circuito de muestreo y retención pasa la entrada analógica y la convierte en una señal PAM (Modulación por Amplitud de Pulso) multinivel. Un codificador o convertidor análogo-digital convierte las muestras PAM a un flujo de datos binarios seriales para su transmisión.

1.2.2.3.3 *Muestreo*

La frecuencia de muestreo es la cantidad de muestras que se tienen de una señal en una unidad de tiempo y se mide en Hz (ciclos por segundo).

El Teorema del Muestreo, o Teorema de Nyquist-Shannon, establece que la frecuencia mínima de muestreo necesaria para evitar el "aliasing" debe ser.

$$F_m > 2.BW$$

¹⁸ HUIDROVO MOYA, MILÁN TEJEDOR. Redes de datos y convergencia IP. Alfaomega, 2007.

Donde:

fm: frecuencia de muestreo;

BW: ancho de banda de la señal a muestrear ($BW = f_{max} - f_{min}$)

Si ***fmin*** = 0

$$fm > 2.fmax$$

1.2.2.3.4 *Cuantificación*

La cuantificación es la discretización de un rango continuo de amplitudes por aproximación de valores, dando como resultado un grupo reducido de amplitudes discretas. Durante el proceso de cuantificación se mide el nivel de amplitud de cada una de las muestras, obtenidas en el proceso de muestreo, y se les atribuye un valor discreto de amplitud, seleccionado por aproximación dentro de un margen de niveles previamente fijado, así la señal analógica se convierte en una señal digital, ya que los valores que están preestablecidos, son finitos. Los dos tipos de cuantificación poseen una escala logarítmica de valores de cuantificación, en segmentos de longitud no uniforme. La ley A utiliza 13 segmentos y la ley μ utiliza 15 segmentos

1.2.2.3.5 *Codificación*

Para los dos tipos de cuantificación no uniforme se considera una codificación binaria de 8 bits, por consiguiente se tienen 256 niveles de cuantificación, 128 para las señales positivas y 128 para señales negativas. De los 8 bits de la palabra PCM, 1 bit especifica la polaridad, 3 bits discriminan el segmento y 4 bits determinan el nivel de cuantificación dentro del segmento. En la Figura 1.20 se especifica la codificación con la ley A.

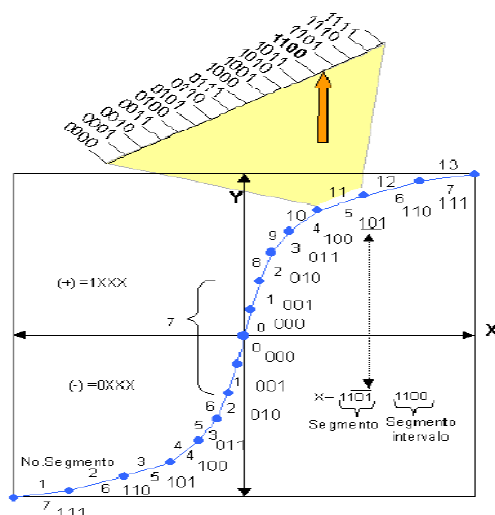


Fig. 1.20 Curva Lev A 13 segmentos

1.2.2.4. Tecnología TDM

Una red TDM es aquella en la cual un canal de voz o datos recibe una asignación de ancho de banda fijo, sobre una base de asignación de ranuras de tiempo. Estos canales son usualmente dedicados y transparentes a cualquier protocolo que pase a través de ellos, evita el congestionamiento y los retardos variables

1.2.2.4.1 ^[19] Técnicas de Multiplexación TDM

1.2.2.4.1.1. Multiplexación por intervalo de bit

Se reserva un slot de tiempo para cada salida al canal agregado. Cada slot consta de un bit de cada uno de los canales de entrada, y siempre en el mismo orden, es decir, se intercalan los bits de cada uno de los canales de entrada a la salida del mismo. Este tipo de multiplexación necesita poco o nada de buffers y no se adapta a la transmisión de bytes.

¹⁹ MIRÓ VERÓNICA. Comunicaciones Eléctricas. 2009

1.2.2.4.1.2. *Multiplexación por intervalo de byte*

En este tipo, lo que se intercala son octetos, y se envían de forma secuencial al canal agregado de alta velocidad. También se necesita un canal de sincronización para que los multiplexadores funcionen de forma sincronizada.

Si los canales de entrada son todos síncronos, el ancho de banda total será la suma de todos los canales excepto el ancho de banda del canal de sincronización.

Sin embargo si los canales son asíncronos, el ancho de banda agregado puede ser mayor si el tamaño del octeto agregado es menor que el tamaño del carácter asíncrono (bits de arranque + datos + bits de stop). La razón es porque los bits de arranque y de stop de cada octeto son sustituidos antes de la transmisión, por lo que el receptor los debe restituir.

1.2.2.4.2 *Clasificación TDM*

[²⁰]En los sistemas TDM existen dos tipos de asignación de slots de tiempo; la asignación fija, que ayuda a una transmisión constante de información y una asignación estadística la cual permite que el ancho de banda sea aprovechado de mejor manera cuando solo existen ráfagas de información.

Estos dos tipos de asignación son:

1.2.2.4.2.1. *TDM Sincrónico*

Este sistema de transmisión sólo es posible cuando las velocidades de transmisión de entrada son inferiores a la velocidad del canal multiplexado. La TDM síncrona asigna de forma fija las ranuras de tiempo a cada señal de entrada. Las tramas tienen longitud fija, y cada una de las celdas que las integran está asignada de antemano a una de las entradas al multiplexor, cuyo

²⁰<http://www.colegiosma.com/DEPELE/stlf/SistemasdeTelefon/ArtIculos/Estructuraredespublicas.pdf>

número es constante. En recepción el demultiplexor los va depositando en el buffer de destino apropiado. En ambos extremos se trabaja con la misma tasa de forma que no es necesario ningún mecanismo de control de flujo.

1.2.2.4.2.2. TDM asincrónico

TDM asincrónico o estadístico asigna dinámicamente los slots de tiempo según demanda. A diferencia de TDM sincrónico en que hay n canales y n time slots, en este caso hay n canales pero solamente k time slots ($k < n$). Los multiplexores estadísticos son ideales para la transmisión de datos de transmisiones asíncronas. Sin embargo también pueden multiplexar protocolos síncronos.

1.2.2.4.3 Estándares TDM

Existen dos tipos de estándares; el primero en Europa un sistema TDM de 32 canales, cada canal tiene 8 bits, es decir 256 bits denominado trama E1. En Norteamérica, Japón y Canadá es utilizado un sistema de 24 canales, cada canal con 8 bits, es decir 193 bits por trama denominado T1. En la Tabla 1.17 podemos encontrar un cuadro comparativo entre estos dos estándares.

Norteamérica			Internacional (ITU-T)		
Nomenclatura	Nº Canales de voz	Velocidad (Mbps)	Nivel	Nº Canales de voz	Velocidad (Mbps)
DS-1 T1	24	1,544	1 E1	30	2,048
DS-1C	48	3,152	2	120	8,448
DS-2	96	6,312	3	480	34,368
DS-3	672	44,736	4	1.920	139,264
DS-4	4.032	274,176	5	7.680	565,148

Tabla. 1.17 Estándares TDM^[21]

²¹ William Stallings, Comunicaciones Redes de Computadores

1.2.2.4.4 Formato de Transmisión Digital E1

Cada comunicación esta representada por una serie de muestras, la señal de voz digital para telefonía PCM se obtiene a partir de la toma de muestras de la señal de voz a razón de 8000 muestras por segundo, y la representación de cada muestra, mediante 8 bits; da como resultado una velocidad de transmisión de cada canal de voz de 64 [kbps], cada una de las cuales se representa en forma de código digital. El formato de la señal E1 lleva datos a una tasa de 2,048 Mbps, puede llevar 32 canales de los cuales 2 canales son para sincronismo y 30 son canales activos simultáneos para voz o datos. La conversión análogo-digital para PCM se realiza mediante el método de cuantización no uniforme de 13 segmentos (ley A).

Una trama PCM-30 tiene una duración de 125 [μs], por lo tanto la duración del canal es de $(125[\mu\text{s}]/32)= 3.906[\mu\text{s}]$. La agrupación de 16 tramas PCM-30 conforma una multitrama, la misma que tiene una duración de 2 [ms].

La Figura 1.21 se indica la estructura de una trama PCM-30.

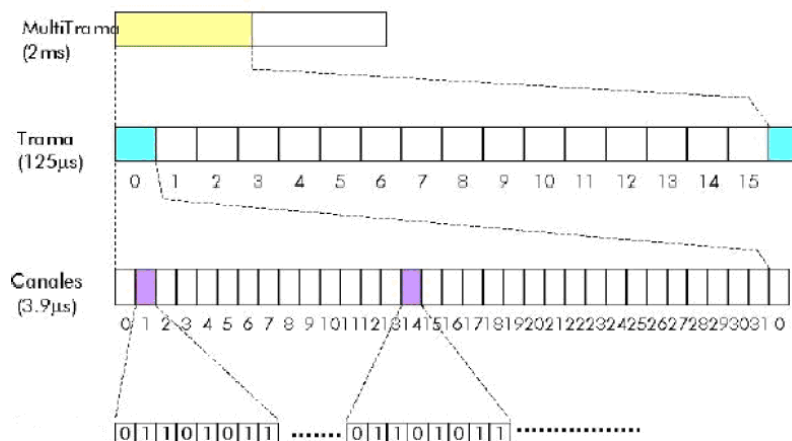


Fig. 1.21 Formato de la Trama E1

De los 32 canales que componen la trama PCM-30, la funcionalidad que tiene el canal 0 es el transporte de la alineación de trama, alarma, y control de errores, el canal 16 lleva información de señalización propias de telefonía, que

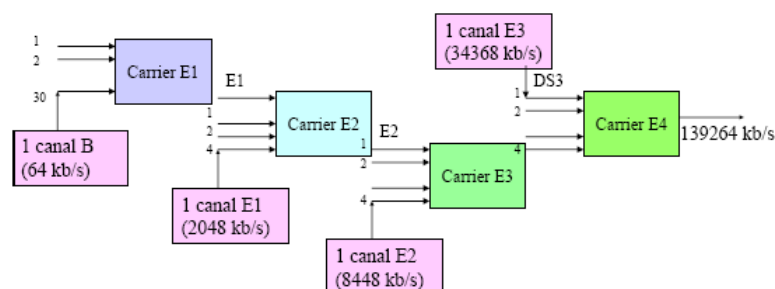
pueden ser señalización asociada al canal (CAS: *Channel Associated Signaling*) o señalización de canal común (CCS: *Channel Common Signaling*), el resto de canales transportan información útil del usuario.

1.2.2.4.5 Formato de Transmisión Digital T1

Una trama PCM-24 multiplexa 24 canales de voz, denominada portadora digital T1, con una velocidad de transmisión de 1544 [kbps], al igual que PCM 30 cada canal es de 64 [Kbps]. Cada trama contiene 192 bits de información más 1 bit de sincronización de trama que se transmiten en 125 μ s. En PCM-24, se utiliza un conversor análogo – digital de 15 segmentos (Ley μ). La agrupación de 12 tramas forma una multitrama, cuya duración es de 1.5 [ms].

1.2.2.4.6 Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH)

[²²]Las jerarquía Plesiócrona en la ITU-T siguen un orden lógico digital en la Figura 1.22 notamos que $4 \times 2048 \text{ kbps} = 8192 \text{ kbps} < 8448 \text{ kb/s}$. Para la jerarquía Norteamericana la secuencia no es lógica así tenemos que $7 \times 6312 \text{ kbps} = 44184 \text{ kbps} < 44736 \text{ kbps}$ Para subir de nivel en la jerarquía se utilizan dispositivos especiales llamados muldemers (multiplexor/demultiplexor) que pueden realizar conversiones en ambas direcciones.



²² <http://www.mailxmail.com/curso-redes-protocolos-estandares-2/tdm-multiplexaje-division-tiempo>

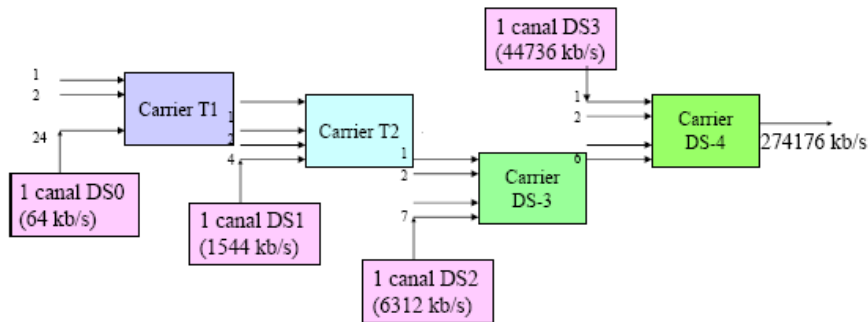


Fig 1.22 Jerarquía Digital Plesiócrona

1.2.2.5. Aplicaciones

El transporte TDM representa la base de numerosas aplicaciones corporativas, entre las que destaca:

- ✓ Interconexión de centralitas telefónicas o PBX
- ✓ TDM de audio conferencia que provee una claridad excepcional de audio
- ✓ Voz y Datos con un alto QoS

1.2.2.6. Ventajas

La tecnología TDM se basa en aprovechar el elevado tiempo en que el canal de transmisión está inactivo, enviando otras señales de forma multiplexada. Las ventajas de la tecnología TDM incluyen:

- ✓ Equipamiento de bajo costo
- ✓ Fácil de instalar y de mantener
- ✓ Bajas demoras
- ✓ Calidad de voz
- ✓ Compatibilidad con estándares internacionales

- ✓ Utiliza equipamiento de múltiples fabricantes.

1.2.2.7. TDM sobre IP (TDMoIP)

[²³]La multiplexación por División del Tiempo sobre Protocolo Internet (TDMoIP) es una tecnología de transporte que amplía las aplicaciones tradicionales de voz, datos y video de forma transparente sobre infraestructuras de red IP o Ethernet.

Para aplicaciones de voz, TDMoIP soporta PBX tradicionales (incluyendo sus funciones propietarias), además soporta cualquier señalización (incluyendo RDSI, Q.SIG y SS7) además de todas las velocidades de modem y fax. TDMoIP también soporta muchos protocolos de comunicación - ATM, Frame Relay, HDLC, RDSI, SNA, SS7, Sinc/Asinc y X.25. Para transmisión de video, TDMoIP soporta los servicios H.320 (PRI) y H.324 (BRI).

Las gateways para TDMoIP tales como los multiplexores IP, primero reciben una trama de datos en sus interfaces T1/E1 o de voz analógicas. Allí las tramas son cortadas en paquetes de tamaño fijo y se les asigna una cabecera IP. Luego los paquetes son transmitidos sobre la red IP hacia la gateway del extremo receptor. La gateway receptora reconstruye la trama de datos original, quitando la cabecera IP, concatenando los paquetes y regenerando los relojes. Luego la trama es traspasada a su destino, donde es entregada a la interface estándar T1/E1 o de voz analógica.

1.2.3. RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (ISDN)

[²⁴] RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) o ISDN, es un tipo de red de comunicación cuya aplicación fundamental es brindar conexión simultánea de distintos tipos, como puede ser voz, datos, textos e imágenes, en forma digital de extremo a extremo, por medio de conexiones conmutadas de circuitos virtuales.

²³ <http://www.vilco.cl.com>

²⁴ TERÉ PARNELL. Guía LAN TIMES de redes de área extensa. Osborne,1997.

Se define una interfaz física entre los DTE y los DCE. Una sola interfaz se usará en teléfonos, terminales de cómputo y equipos de video. Por consiguiente, se necesitan varios protocolos para permitir el control de información que se intercambia entre el dispositivo del usuario y la ISDN. Son los siguientes:

Canal B: 64 Kbps

Canal D: 16 o 64 Kbps

Canal H: 384, 1536, o 1920 Kbps

1.2.3.1. Componentes de ISDN^[25]

1.2.3.1.1 Network Termination (NT):

Es la terminación física de una línea de abonado. Las principales funciones de la NT son la conexión a la línea, multiplexación del flujo de bits, y la adaptación entre los terminales y la línea de abonado.

1.2.3.1.2 Terminal Equipment (TE)

Terminal Equipment es cualquier equipo no compatible con la interfaz ISDN S/T.

1.2.3.1.3 Terminal Adapter (TA)

Permite a un TE comunicarse con la interfaz ISDN S/T, convirtiendo las señales de control usadas por el terminal, en un protocolo utilizado para los mensajes de control sobre el canal de señalización. También se encarga de adaptar la

²⁵ <http://web.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/isdn.html>

velocidad y el formato del flujo de datos del terminal, a la velocidad que requieren los canales de comunicación de la RSDI.

1.2.3.2. Interfaces ISDN

Cada uno de los componentes y dispositivos de una red ISDN es diferente, por lo que intervienen diferentes tipos de interfaces, cada una de ellas no compatible con las otras, excepto las interfaces S y T.

- **R (Rate).**- Entre un dispositivo No-ISDN (TE2) y un TA. Conecta a un UTP cat. 5 con conector RJ-45
- **S (System).**- Interfaz de conexión a un NT2. El NT provee un servicio de hasta 8 terminales en cualquier configuración del bus. Además se pueden conectar RSDI tales como: videoteléfonos, ruteadores para acceso a Internet y WAN
- **T (Terminal).**- Interfaz de conexión a un NT1. Conecta a un UTP cat. 5 con conector RJ-45.
- **U (User).**- Entre un dispositivo NT1 y el equipamiento de la red de transporte. Conecta a un par de telefonía local, con una tasa de transmisión de 160Kbps.

1.2.3.3. Ventajas

Las principales ventajas de la integración de los servicios son las siguientes:

- El suministro de transmisión de voz, de datos y video por una red común.
- La conveniencia de poder recibir cuando se desee una amplia variedad de servicios.

- La posibilidad de comunicación entre diferentes tipos de equipos terminales.

1.2.4. MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONO (ATM)

[²⁶] ATM es una tecnología para la comunicación de voz, datos y video en redes de banda ancha, basada en la conmutación de celdas a alta velocidad. Combina las ventajas de la conmutación de circuitos (alto rendimiento, bajo retardo, transparencia a la información), con las ventajas de la conmutación de paquetes (uso eficiente del ancho de banda). Utiliza celdas (paquetes) de longitud fija de 53 bytes.

ATM se ubica en los niveles 1 y 2 del modelo de referencia OSI. La arquitectura funcional de ATM descansa sobre un modelo de referencia tridimensional, consistente en tres planos: usuario, control y gestión, divididos en capas y algunas de éstas, a su vez, en subcapas.

- Plano de usuario: permite transferencia de información de usuario, haciendo uso de los controles de flujo y errores.
- Plano de control: realiza el control de las llamadas y las funciones de control de conexión.
- Plano de gestión: realiza funciones de gestión del sistema como un todo; proporcionando coordinación entre todos los planos, y gestión de capa.

En la Figura 1.23 se observa el modelo de referencia ATM

²⁶ SERIE DE TELECOMUNICACIONES. Guía completa de protocolos de telecomunicaciones. McGraw-Hill,2002.

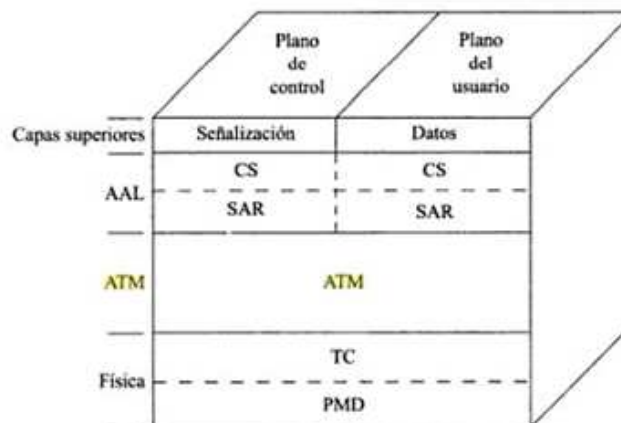


Fig 1.23 Modelo de Referencia ATM

1.2.4.1. Capa Física

Su función es controlar la transmisión y recepción de bits sobre el medio físico, se subdivide en dos partes que son: Dependiente del medio físico (PDM) y Convergencia de transmisión (TC).

1.2.4.1.1 Capa ATM

La capa ATM se encarga de generar el encabezado de las celdas, así como el multiplexaje y demultiplexaje de las mismas. Realiza las siguientes funciones:

Generación y verificación del encabezado: La capa ATM recibe de la capa AAL los datos a transmitir y genera el encabezado para formar la celda que entonces se transfiere a la capa física para su transmisión.

Rechazo de solicitud de VC: Si la capa ATM determina que la calidad del servicio solicitada no se puede satisfacer, tiene la función de rechazar la solicitud para establecer un circuito virtual.

1.2.4.1.2 ^[27]Capa de Adaptación ATM (AAL)

La capa de adaptación ATM (AAL) es dependiente del servicio; agrupa información de capas superiores en celdas ATM, para enviarlas a través de la red, al tiempo que extrae información de las celdas ATM y la transmite a las capas superiores.

Esta capa se constituye por dos subcapas: Segmentación y reensamble (SAR) y Convergencia (CS).

^[28] Existen cuatro capas de AAL, que son:

- **AAL1** Las funciones de esta capa incluyen la detección de celdas perdidas y la sincronización extremo a extremo. Además, numera las celdas para su posterior reensamblado.
- **AAL 2** Corresponde a tráfico con tasa de bits variable. Se utiliza para la transferencia de información de usuario, información temporal, indicación de errores, etc.
- **AAL 3/4** Especifica dos tipos de servicios, uno orientado a conexión y otro no orientado a conexión
- **AAL 5** Es una capa orientada a datos. Proporciona los mismos servicios que AAL3/4 pero con menos información de control y relleno.

1.2.4.1.3 Capas Superiores

Las capas superiores en el modelo de referencia ATM dependen de cada aplicación específica que utilice las capas inferiores. Se distingue sólo cuatro clases de aplicaciones de las capas superiores:

²⁷ SERIE DE TELECOMUNICACIONES. Guía completa de protocolos de telecomunicaciones. McGraw-Hill,2002.

²⁸ SERIE DE TELECOMUNICACIONES. Guía completa de protocolos de telecomunicaciones. McGraw-Hill,2002.

Clase A: Emulación de Circuitos. Esto corresponde a establecer un enlace con flujo continuo de bits entre el transmisor y el receptor.

Clase B: Servicios con tasa de transmisión de bits variable. Los servicios de voz, video y sonido de tasa de transmisión variable son un ejemplo de estos servicios.

Clase C: Servicios de transmisión de datos con establecimiento de conexión. Este servicio puede establecerse con o sin la garantía de una transmisión libre de errores.

Clase D: Servicio de transmisión de datos sin establecimiento de conexión. Los mensajes de esta clase de servicio son enrutados en forma independiente a través de la red ATM usando direcciones explícitas del destino.

1.2.4.2. Conmutación ATM

[²⁹]La conmutación ATM se basa en la definición de conexiones virtuales y en la información contenida en la cabecera de la celda, de manera que cada celda se encamina por la conexión virtual que le corresponde.

Una conexión virtual es un canal de comunicaciones que proporciona un transporte unidireccional y secuencial de celdas, pudiendo multiplexarse varias conexiones virtuales sobre un mismo enlace físico. Existen dos tipos de conexiones virtuales.

- **Canal Virtual (VCC)** Define una conexión entre dos puntos finales de la red y queda totalmente identificada por el identificador VPI-VCI.
- **Camino Virtual (VPC)** Es un conjunto de VCC entre dos puntos finales de la red y se identifican unívocamente a través del VPI.

²⁹ SERIE DE TELECOMUNICACIONES. Guía completa de protocolos de telecomunicaciones. McGraw-Hill,2002.

En la Fig.1.24 se puede observar la disposición de los caminos y canales virtuales.

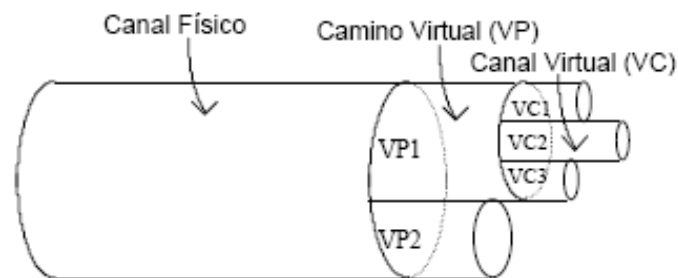


Fig. 1.24 Transporte Lógico según camino y canal virtuales

1.2.4.3. Celdas ATM

Las celdas en ATM son de tamaño fijo, con 5 bytes de cabecera y 48 bytes de información (53 bytes por celda).

La Figura 1.25 se muestra el formato de cabecera en el interfaz usuario-red (UNI) y del interfaz red-red (NNI), en el cual no se especifica el campo "Control de flujo genérico", ampliando en su lugar el campo "identificador de camino virtual" de 8 a 12 caracteres, lo que permite un gran número de VPC internos de la red, para dar cabida a los de los usuarios y a los internos de la red.

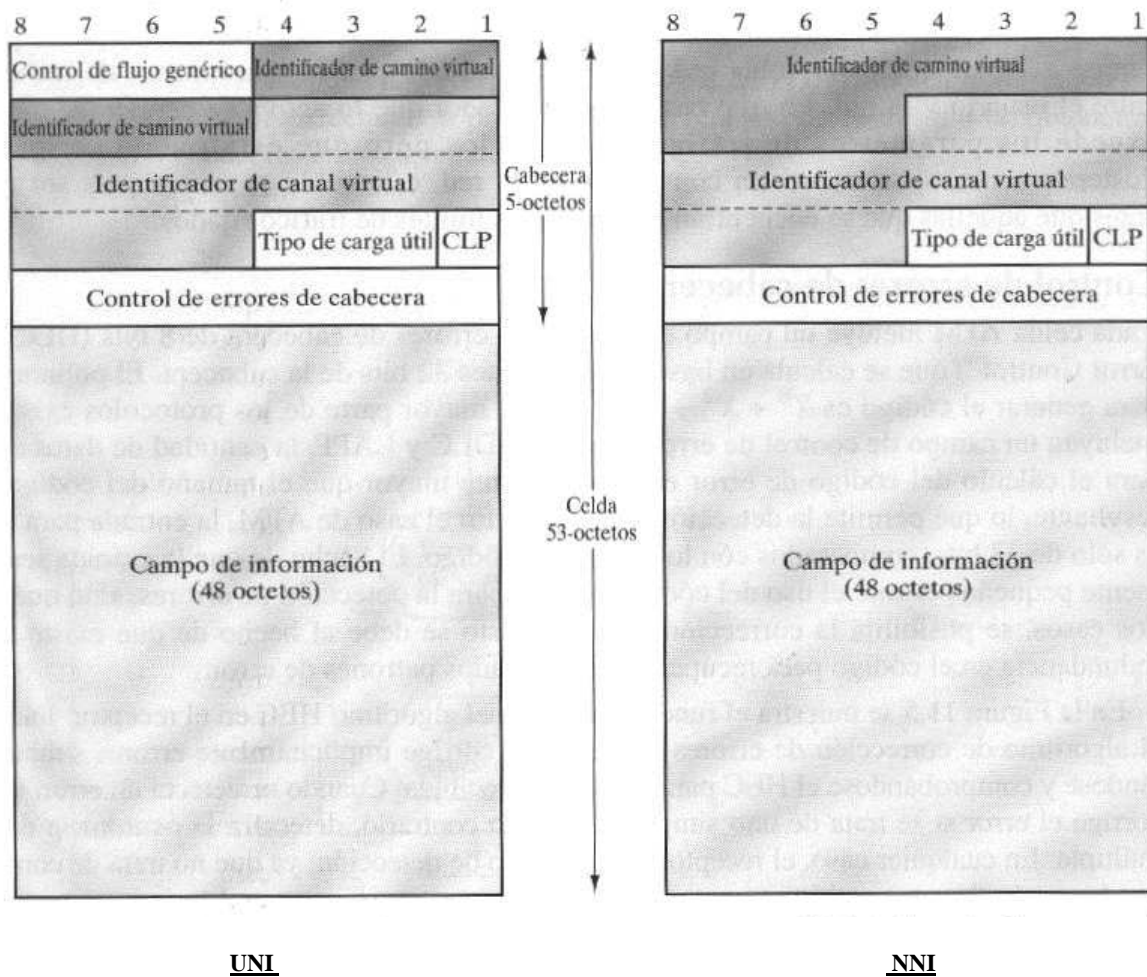


Fig. 1.25 Celdas ATM

1.2.4.4. Gestión de Recursos de Red

[³⁰] Los parámetros de calidad de servicio más importantes relacionados con la gestión de los recursos de red son la tasa de pérdida de celdas, el retardo de transferencia de celdas y la variación en el retardo de celdas.

La red ofrece características conjuntas de prestaciones y capacidad en el camino virtual, compartidas por las conexiones virtuales. Debemos considerar tres casos:

1. Aplicación usuario-usuario: es responsabilidad del usuario asegurar que la demanda de las VCC (canal) puede ser aceptada por la VPC (camino).

³⁰ <http://www.angelfire.com/wi/ociosonet/29.html>

2. .Aplicación usuario-red: en este caso la red es conciente de la calidad de servicio (QoS) de la VCC (canal) en las VPC (camino) y debe darles cabida.
3. Aplicación red-red: la VPC (camino) se extiende entre dos nodos de red. De nuevo, la red conoce la calidad de servicio de las VCC (canal) en la VPC (camino) y debe darle cabida.

1.2.4.5. Control de Admisión de Conexión

El control de admisión de conexión es la primera autoprotección de la red ante una carga excesiva. Cuando un usuario solicita una nueva VCC (canal) o VPC (camino), debe especificar las características de tráfico para la conexión en ambas direcciones. La red acepta la conexión sólo si puede conseguir los recursos necesarios.

En la Tabla 1.18 se muestra los cuatro parámetros que afectan a la admisión de conexión:

Parámetro	Descripción	Tipo de tráfico
Velocidad de pico de celdas (PCR)	Límite superior de tráfico que puede presentarse en una conexión ATM	CBR, VBR
Variación del retardo de celdas (CDV)	Límite superior de la variabilidad de celdas observado en un único punto de medida en referencia a la velocidad de pico de celdas.	CBR, VBR
Velocidad sostenible de celdas (SCR)	Límite superior de la velocidad promedio de una conexión ATM, calculado sobre la duración de una conexión	VBR
Tolerancia a la aparición de ráfagas	Límite superior de la variabilidad de celdas observado en un único punto de medida en referencia a la velocidad sostenible de celdas.	VBR

Tabla 1. 18 Parámetros de admisión de conexión^[31]

³¹ <http://usuarios.multimania.es/cursoredes/tlibre/atmposeu.htm>

1.2.4.6. Control de Parámetros de Uso

Una vez que la conexión ha sido aceptada la red supervisa la conexión para determinar si el tráfico está en concordancia con el contrato de tráfico. El objetivo principal es proteger los recursos de la red ante la producción de una sobrecarga en una conexión detectando violaciones en los parámetros asignados.

1.2.4.6.1 Control de Prioridad

El objetivo es rechazar celdas de baja prioridad para proteger las prestaciones para celdas de alta prioridad.

1.2.4.6.2 Control de Congestión

Se refiere al conjunto de acciones realizadas por la red para minimizar la intensidad, la extensión y la duración de la congestión.

1.2.4.6.3 Rechazo selectivo de celdas

En la función de control de prioridad, las celdas son rechazadas para evitar la congestión, se descartan las celdas que exceden el contrato de tráfico, es decir se limita el número de celdas para que se cumplan las prestaciones deseadas. Para recuperarse de la situación de congestión la red puede descartar cualquier celda.

1.2.4.7. Ventajas

- Capacidad para proporcionar QoS
- Capacidad para gestionar el tráfico

- Conmutación rápida de celdas utilizando números VC relativamente cortos.
- Combina las ventajas de la conmutación de circuitos (alto rendimiento, bajo retardo, transparencia a la información), con las ventajas de la conmutación de paquetes (uso eficiente del ancho de banda).
- Soporta una arquitectura multiservicio para el manejo de voz, datos y vídeo, con anchos de banda sobre demanda, de acuerdo con los requerimientos de cualquier aplicación.
- Servicios con calidad diferenciada.

1.2.4.8. Desventajas

- No es una buena opción para determinados medios físicos (ej.: inalámbricos)

1.2.4.9. Aplicaciones

ATM se aplica en gran cantidad de escenarios, como son:

- Infraestructura de portador
- Banda ancha residencial
- Backbone IP
- Banda ancha corporativa
- Integración de redes

ATM encuentra su aplicación en cuatro ámbitos principales: interconexión de segmentos de red LAN, interconexión de segmentos de red a servidores, redes virtuales conmutadas y como núcleo de la red troncal.

1.2.4.10. Voz sobre ATM

[³²] Voz sobre ATM (VoATM) es la solución más sofisticada para los servicios de voz paquetizados debido a su elevado nivel de control sobre la calidad de servicio (QoS).

Para la transmisión de voz sobre ATM existen dos posibles soluciones:

- Emulación de circuitos (CBR Constant Bit Rate).
- VTOA (Voz sobre ATM)

1.2.4.11. Video sobre ATM

Para la transmisión de video sobre ATM es utilizado el estándar MPEG-2, el cual se mapea en celdas ATM a través de las capas de adaptación AAL1 o AAL5. MPEG-2 pretende crear una arquitectura abierta con aplicaciones en diversos sistemas como: televisión por cable, sistemas de video vigilancia, televisión digital.

1.2.5. PROTOCOLO DE INTERNET

Protocolo no orientado a conexión usado por los computadores para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados, estos son enviados en bloques denominados paquetes o datagramas, el Protocolo de Internet provee un servicio de datagramas no fiable, también llamado del mejor esfuerzo, es decir no provee ningún mecanismo para determinar si un paquete alcanza o no su destino y únicamente proporciona seguridad mediante

³² https://www.ibercom.com/soporte/index.php?_m=knowledgebase&_a=viewarticle&kbarticleid=1167

checksums o sumas de comprobación de sus cabeceras y no de los datos transmitidos.

1.2.5.1. Arquitectura TCP/IP

[³³] La arquitectura TCP/IP consta de cuatro capas: Acceso de Red, Red, Transporte y Aplicación, cada una con sus respectivos protocolos.

1.2.5.1.1 Capa Aplicación

Constituye el nivel más alto de TCP/IP. Corresponde a los niveles OSI de aplicación, presentación y sesión. Aquí se incluyen protocolos destinados a proporcionar servicios, tales como: correo electrónico con SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), transferencia de ficheros con FTP (File Transfer Protocol), conexión remota con TELNET y HTTP (Hypertext Transfer Protocol).

1.2.5.1.2 Capa Transporte

Coincide con el nivel de transporte del modelo OSI. Los protocolos de esta capa, TCP y UDP, se encargan de manejar los datos y proporcionar la fiabilidad necesaria en el transporte de los mismos.

1.2.5.1.2.1 TCP (Transport Control Protocol)

El protocolo TCP se encarga de corregir deficiencias como paquetes perdidos, duplicados o con errores en la información, fragmentando la información y numerando cada uno de los paquetes de manera que el receptor pueda ordenarlos al recibirlos. Si algunos paquetes desaparecen, el receptor pide al transmisor que retransmita los paquetes de nuevo. Cuando toda la información recogida está en su orden, se pasan los datos a la capa de aplicaciones.

³³ SERIE DE TELECOMUNICACIONES. Guía completa de protocolos de telecomunicaciones. McGraw-Hill,2002.

1.2.5.1.2.2. *UDP (User Datagram Protocol)*

Es un protocolo de transporte no orientado a la conexión, no añade fiabilidad, control de flujo ni recuperación de errores, usa el concepto de puerto para redirigir los datagramas a la aplicación adecuada, usándose por aquellos procesos de usuario que no necesitan los recursos más amplios de TCP, como TFTP, SNMP, etc.

1.2.5.1.2.3. *ICMP (Internet Control Message Protocol)*

[³⁴] Protocolo para Mensajes de Control de Internet (ICMP), se utiliza para informar de errores y proporciona los recursos necesarios para el tráfico de mensajes. Los paquetes ICMP van encapsulados en datagramas IP, informa de errores en los datagramas de IP pero no de errores en los paquetes ICMP. Si IP usa datagramas fragmentados, ICMP informa solo de errores en el primer mensaje recibido.

1.2.5.1.3 *IGMP (Internet Group Management Protocol)*

Se lo utiliza en computadoras o dispositivos que emplean IP multicast es decir datagramas con múltiples destinatarios.

1.2.5.1.4 *Capa Internet*

Se ocupa de la transmisión de los datagramas en función de la dirección de destino. Consta de tres protocolos principales: IP, ARP RARP.

³⁴ SERIE DE TELECOMUNICACIONES. Guía completa de protocolos de telecomunicaciones. McGraw-Hill,2002.

1.2.5.1.4.1. Protocolo IP

Implementa dos funciones básicas: el direccionamiento y la fragmentación.

Mediante el direccionamiento encuentra un camino para que el datagrama llegue a su destino. La segunda función, como los paquetes pueden circular por redes distintas, con distintos tamaños máximos de paquetes, es necesaria la fragmentación de los mismos en tramos más pequeños.

1.2.5.1.4.2. ARP (Address Resolution Protocol)

[³⁵] El módulo ARP realiza la traducción de direcciones y para lo cual posee tablas donde se guardan las direcciones IP y físicas. Cuando se envía datagramas a una dirección IP, primero se busca en la tabla; si no está, el módulo ARP envía un mensaje de difusión a toda la red llamado petición ARP, que contiene la dirección IP a la que hay que enviar el datagrama. Si una de las PC reconoce la dirección IP en el paquete como suya, devuelve una respuesta ARP con su dirección física al nodo emisor, que anotará esta dirección en la tabla de ARP y seguidamente enviará los datagramas.

1.2.5.1.4.3. RARP (Reverse Address Resolution Protocol)

Trabaja de forma inversa al protocolo ARP y es utilizado por las estaciones que no conocen su propia dirección IP para solicitar información de servidor de información RARP. El nodo emite un paquete de difusión (broadcast) en la red que es interceptado por el servidor RARP y posteriormente devuelto con la información solicitada.

1.2.5.1.5 Direccionamiento

³⁵ <http://www.saulo.net/pub/tcpip/a.htm>

Es un número que identifica de manera lógica y jerárquicamente a una interfaz de un dispositivo dentro de una red. Existen dos tipos de direcciones IP, una dinámica y una estática. Un usuario que se conecta desde su hogar a Internet utiliza una dirección IP, la cual puede cambiar al reconectar; y a esta forma de asignación se denomina IP dinámica; por el contrario los sitios de Internet que necesitan estar permanentemente conectados, tienen una dirección IP fija o estática, no cambia con el tiempo.

1.2.5.1.6 Clases de direcciones

[³⁶] Cada nodo en una red IP tiene una dirección numérica de 4 bytes (32 bits). Esta dirección se suele representar por cuatro números entre 0 y 255 separados por puntos, y tiene dos partes, la primera representa la red, y la segunda representa al nodo en ella. Existen dos direcciones especiales, el que tiene todos los bits a 0 en el campo de Host que representa a la red y el que tiene todos los bits a 1 en el mismo campo que representa a todos los nodos.

- **Clase A.** Tiene una longitud de 8 bits y se caracterizan por tener a 0 el primer bit del campo de red. Las direcciones correspondientes van de la 1.0.0.0 a la 126.0.0.0 con 128 redes de clase A; la red 0 (bits con valores 00000000) no existe y el número 127 está reservado para indicar el propio equipo.
- **Clase B.** Se caracterizan por tener los dos primeros bit del campo de red con la secuencia 1 0 y una longitud de 16 bits. Las direcciones van de la 128.0.0.0 a la 191.255.0.0.
- **Clase C.** Tiene un campo de red de 24 bit que comienza con 1 1 0. Las direcciones correspondientes van de la 192.0.0.0 a la 223.255.255.0. Existen 2.097.152 redes clase C.
- **Clase D** Se caracterizan porque su dirección comienza con la secuencia de bit 1110 y corresponden a las direcciones desde la 224.0.0.0 a la

³⁶ <http://www.saulo.net/pub/tcpip/a.htm>

239.255.255.255. Estas direcciones reciben el nombre de “multicast” y en ellas desaparece el concepto de red. Un paquete dirigido a una dirección “multicast” es entregado a todas las computadoras que componen el grupo.

- **Clase E.** Se caracterizan porque su dirección comienza con la secuencia 1111 y van de la 240.0.0.0 a la 255.255.255.255. Son direcciones especiales y solo está asignada la 255.255.255.255 que corresponde a todas las máquinas conectada a un soporte físico.

1.2.5.1.7 ^[37]Enrutamiento

El encaminamiento es una función implantada en la capa 3 (capa de red) del modelo de referencia OSI; es el mecanismo por el que en una red los paquetes de información llegan desde su origen a su destino final, siguiendo un camino o ruta, cuyo ideal es conseguir caminos óptimos.

1.2.5.1.7.1. Enrutamiento Estático

Una red con un número mínimo de enrutadores o con un solo gateway puede ser configurada con enrutamiento estático. Una tabla de enrutamiento estático es construida manualmente por el administrador de la red. Las tablas de enrutamiento estático no se ajustan a los cambios de la red, ellos trabajan mejor cuando las rutas no cambian.

1.2.5.1.7.2. Enrutamiento Dinámico

Una ruta dinámica es construida mediante información intercambiada por los protocolos de enrutamiento. Esta información permite ajustar las rutas reflejadas en las condiciones de la red y manejar complejas situaciones de

³⁷ <http://www.saulo.net/pub/tcpip/a.htm>

enrutamiento más rápido de lo que un administrador del sistema podría hacerlo.

1.2.5.2. Telefonía sobre IP (Protocolo de Internet) [³⁸]

La Figura 1.26, muestra los principales componentes de una red VoIP:

- El Gateway convierte las señales desde las interfaces de telefonía tradicional (POTS, T1/E1, ISDN, E&M trunks) a VoIP.
- Un teléfono IP es un terminal con soporte de VoIP nativo y puede conectarse directamente a una red IP.
- El servidor provee el manejo y funciones administrativas para soportar el enrutamiento de llamadas a través de la red.

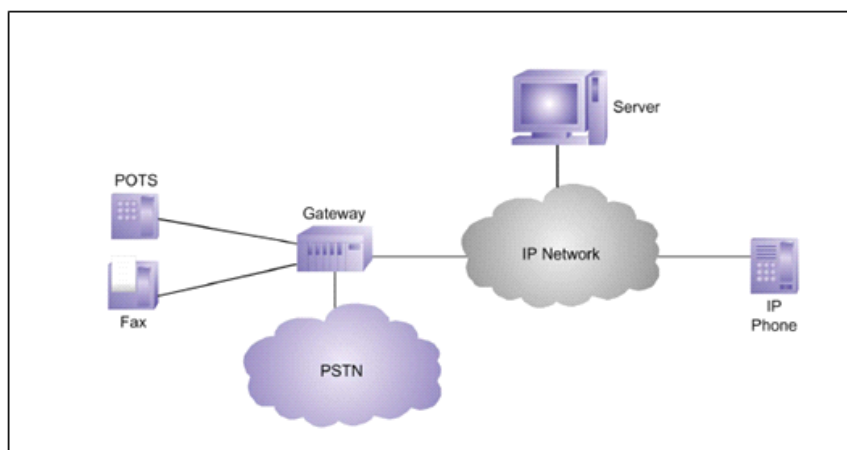


Fig. 1.26 Componentes de la red de VoIP

1.2.5.2.1 Encapsulamiento de una Trama VoIP

Una vez que la llamada ha sido establecida, la voz será digitalizada y entonces transmitida a través de la red en tramas IP. Las muestras de voz son primero encapsuladas en RTP (protocolo de transporte en tiempo real) y luego en UDP (protocolo de datagrama de usuario) antes de ser transmitidas en una trama IP.

³⁸ <http://www.cisco.com/web/ES/products/telefonía-IP.html>

La Figura 1.27 muestra un ejemplo de una trama de telefonía IP sobre una red LAN y WAN.

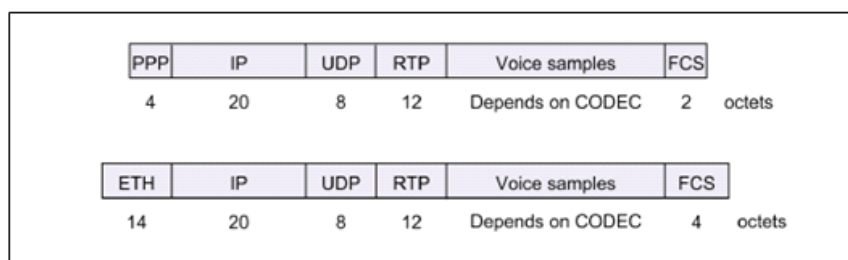


Fig. 1.27 Trama de Telefonía sobre IP

Dependiendo de la forma en la que la red esté configurada, el Router o el gateway pueden realizar la labor de codificación, decodificación y/o compresión. Por ejemplo, si el sistema usado es un sistema analógico de voz, entonces el router o el gateway realizan todas las funciones mencionadas anteriormente. Si el dispositivo utilizado es un PBX digital, entonces éste realiza la función de codificación y decodificación, y el router solo se dedica a procesar y a encapsular las muestras PCM de los paquetes de voz que le ha enviado el PBX.

1.2.5.2.2 Tipos de Protocolos VoIP^[39]

VoIP comprende muchos estándares y protocolos entre estos:

- H.323: es una recomendación ITU que define una arquitectura distribuida para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP.
- H.248: es una recomendación ITU que define el protocolo de Control Gateway. H.248 es el resultado de una colaboración conjunta entre la ITU y la IETF (Fuerza de Trabajo de la Ingeniería de Internet).

³⁹ <http://www.cisco.com/web/ES/products/telefonía-IP.html>

- El Protocolo de Transporte en Tiempo Real (RTP), también conocido como IETF RFC 1889, define un protocolo de transporte para aplicaciones en tiempo real y es usado por todos los protocolos de señalización VoIP.
- SIP: también conocido como la IETF RFC 2543, define una arquitectura distribuida para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP.

1.2.5.2.3 *PROTOCOLO H.323*

[⁴⁰] En 1996, la ITU emitió la recomendación H.323 titulada “Sistemas Telefónicos Visuales y Equipos para Redes de Área Local que proporcionan una Calidad de Servicio No Garantizada”. El modelo tiene como principal componente una Puerta de Enlace (Gateway H.323) que conecta Internet con la Red Telefónica (PSTN o ISDN). Dicha Puerta de Enlace maneja los protocolos H.323 por el lado de Internet y los protocolos PSTN o ISDN en el lado de la Red Telefónica.

1.2.5.2.3.1. *Componentes de una Red VoIP en H.323*

[⁴¹] La Figura 1.28 muestra los principales componentes de una red VoIP: teléfonos IPs, adaptadores para PCs, Hubs telefónicos, Gateways H.323, Gatekeeper, Unidades de Conferencia Multimedia (MCU).

⁴⁰ LUQUE ORDOÑEZ. Videoconferencia. Tecnología, sistemas y aplicaciones. Alfaomega. 2009

⁴¹ LUQUE ORDOÑEZ. Videoconferencia. Tecnología, sistemas y aplicaciones. Alfaomega. 2009

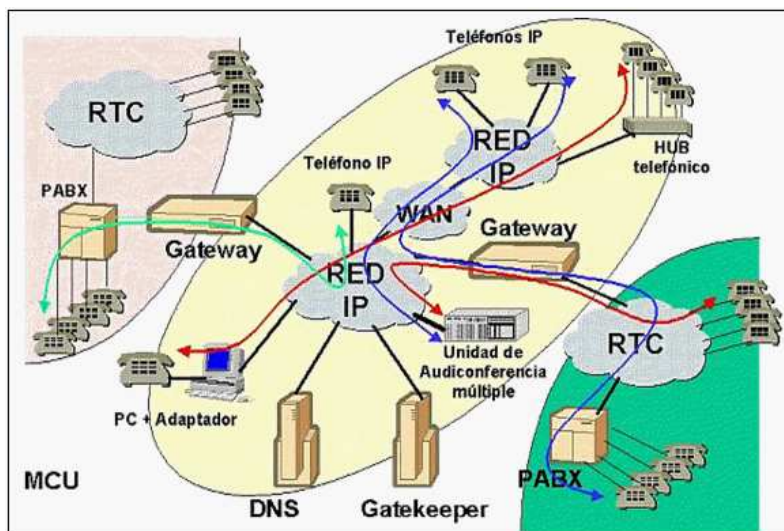


Fig. 1.28 Componentes de una red VoIP

1.2.5.2.3.2. Gatekeeper

Es un servidor que provee funciones administrativas para soportar el enrutamiento de llamadas a través de la red, actúan como controladores del sistema y cumplen las funciones de:

- Autenticación y control de admisión, para permitir o denegar el acceso de usuarios.
- Proporciona servicios de control de llamada.
- Servicio de traducción de direcciones (DNS), de tal manera que se puedan usar nombres en lugar de direcciones IP.
- Localizar los distintos Gateways y MCUs cuando se necesita.

1.2.5.2.3.3. Gateway

[⁴²] Provee un acceso permanente a la red IP. Las llamadas de voz se digitalizan, codifican, comprimen y paquetizan en un gateway de origen y luego en el destino se hace las funciones inversas. Es un elemento que enlaza la red VoIP con la red telefónica analógica PSTN o RDSI; es decir tiene por un lado la

⁴² LUQUE ORDOÑEZ. Videoconferencia. Tecnología, sistemas y aplicaciones. Alfaomega. 2009

Interface LAN Ethernet, Frame Relay o ATM y por el otro dispone de uno o varias de los siguientes interfaces:

- FXO. Para conexión a extensiones de centrales pequeñas ó a la red telefónica básica.
- FXS. Para conexión a enlaces de centrales pequeñas o a teléfonos analógicos.
- E&M. Para conexión específica a centrales pequeñas.
- G703/G.704. (E&M digital) Conexión específica a centrales pequeñas a 2 Mbps.

Existen dos tipos de Gateways:

- Gateway H.323/H.320: realiza la conversión entre estos dos formatos de forma que los terminales H.323 se pueden comunicar con equipos RDSI de videoconferencia, que pueden formar parte de la red corporativa o estar situados en la red pública.
- Gateway H.323 (Voz sobre IP). Posibilitan las comunicaciones de voz entre los terminales H.323 y los teléfonos convencionales, estén en la red corporativa o en la red pública.

1.2.5.2.3.4. Terminal H.323

Son los clientes que inician una conexión VoIP. Pueden ser de dos tipos:

- IP PHONE o teléfonos IP. Es un terminal que tiene soporte VoIP nativo y puede conectarse directamente a una red IP
- SOFT PHONE; se trata normalmente de una PC multimedia que simula un teléfono IP.

1.2.5.2.3.5. *MCUs H.323*

La MCU (Multimedia Conference Unit) es responsable de controlar las sesiones y de efectuar el mezclado de los flujos de audio, datos y video.

1.2.5.2.4 *SIP (Protocolo de Inicio de Sesiones)*

[⁴³] SIP es un protocolo de señalización simple utilizado para telefonía y videoconferencia por Internet. Basado en el Protocolo Simple de Transporte de Correo (SMTP) y en el Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP), está basado en una arquitectura cliente servidor, en la cual los clientes inician las llamadas y los servidores responden las llamadas. SIP puede establecer sesiones de dos partes (llamadas ordinarias), de múltiples partes (en donde todos pueden oír y hablar) y de multidifusión (un emisor, muchos receptores). Las sesiones pueden contener audio, video o datos. SIP solo maneja establecimiento, manejo y terminación de sesiones.

Cumple con las funciones de:

- Resolución de direcciones, mapeo de nombres y redirección de llamadas.
- Modelado sobre otros protocolos de Internet como SMTP, HTTP.
- Establecer, cambiar o terminar llamadas entre uno o más usuarios en una red basada en IP.
- Localización.

1.2.5.2.4.1. *Elementos de una red SIP*

El sistema SIP contiene dos componentes: el agente usuario (User Agents – UA) y los servidores de red.

⁴³ <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No5/MMata.htm>

1.2.5.2.4.2. *Agente Usuario (UA)*

Un agente usuario realiza y recibe llamadas SIP. Los tipos de agente usuario son:

- Cliente Agente Usuario (UAC), usado para iniciar peticiones de llamadas SIP.
- Servidor Agente Usuario (UAS), que recibe las peticiones del UAC y retorna una respuesta al usuario.

1.2.5.2.5 *Servidores de Red*

Hay tres tipos de servidores SIP:

- Servidor Proxy SIP: decide a qué servidor debe ser enviada la petición, dicha petición puede atravesar muchos servidores Proxy SIP antes de alcanzar su destino.
- Servidor de Redirección: No envía peticiones a otros servidores, en su lugar notifica a la parte llamante de la ubicación actual de destino.
- Servidor de Registro: provee servicios de registro para los UACs para su localización permanente. Los servidores de registro son ubicados a menudo con un servidor Proxy y de Redirección.

1.2.5.3. **Ventajas**

Las principales ventajas son: facturas de teléfono muy bajas, oficinas virtuales, dirección centralizada y un rápido despliegue de la voz sobre IP el cual reduce el costo y mejora la escalabilidad.

1.2.5.4. Desventajas

Transportan la información dividida en paquetes, por lo que una conexión suele consistir en la transmisión de más de un paquete, estos pueden perderse, y no hay una garantía sobre el tiempo que tardarán en llegar de un extremo al otro de la comunicación.

1.2.5.5. Video sobre IP [44]

Vídeo sobre IP permite que las señales de vídeo sean capturadas, digitalizadas, secuenciadas y administradas sobre redes IP.

El contenido es procesado, comprimido, almacenado y editado en un servidor de vídeo; puede ser “en vivo” (capturado y procesado en tiempo real) o prerregistrado y almacenado. Estas transmisiones pueden luego ser enviadas a través de la red a una o varias estaciones para visualizarse en forma individual o simultáneamente. Las presentaciones de vídeo pueden agruparse en tres categorías: Video Broadcasting, Video en Demanda, y Videoconferencia.

1.2.5.5.1 Video Broadcast sobre IP

Es una transmisión unidireccional, los puntos terminales son puramente visualizadores pasivos sin control sobre la sesión; puede ser Unicast o Multicast desde el servidor.

1.2.5.5.2 Video en Demanda (VOD) sobre IP

Permite a un usuario pedir una determinada secuencia de vídeo almacenada en un servidor. Esta tecnología da al usuario las opciones de parar, iniciar, adelantar o regresar el vídeo ya que el servicio es interactivo. Esta tecnología se usa para e-learning, capacitación, mercadeo, entretenimiento, broadcasting,

⁴⁴ <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1025938>

y otras áreas donde el usuario final requiere visualizar los archivos con base en su propio itinerario y no en el horario del proveedor de vídeos.

1.2.5.5.3 Videoconferencia sobre IP

Videoconferencia es una combinación de transmisiones full duplex de audio y vídeo los cuales permiten a usuarios ubicados en distintos lugares verse y oírse el uno al otro tal como si estuvieran en una conversación cara a cara. Se utiliza una cámara en cada uno de los puntos terminales para capturar y enviar las señales de vídeo. Se usan micrófonos en cada punto terminal para capturar y transmitir la voz la cual luego es reproducida en altoparlantes. Las comunicaciones son en tiempo real y generalmente no se almacenan.

1.2.5.5.4 Arquitectura de Videoconferencia⁴⁵

1.2.5.5.4.1 Punto a Punto

La videoconferencia se realiza entre dos únicos terminales de videoconferencia.

1.2.5.5.4.2 Multipunto

La conexión se realiza entre dos o más terminales, es necesario un equipo capaz de gestionar la comunicación entre los mismos denominado puente o MCU (Unidad de Multiconferencia), la cual se encarga de recibir todas las señal de todos los equipos de videoconferencia y de distribuirla.

⁴⁵ LUQUE ORDOÑEZ. Videoconferencia. Tecnología, sistemas y aplicaciones. Alfaomega. 2009

1.2.5.5.5 Tipos de Conferencia

1.2.5.5.5.1 Conferencia centralizada

Todos los terminales envían audio, video, datos y flujos de control a la MCU en un comportamiento punto a punto.

1.2.5.5.5.2 Conferencia descentralizada

Los terminales envían audio y video a otros terminales sin enviar los datos a una MCU, es la tarea de cada terminal recibir estos múltiples flujos de audio y video y procesarlos.

1.2.5.5.5.3 Conferencia híbrida

Algunos terminales están en conferencia centralizada, mientras que otros están en una descentralizada. Una MCU proporciona el puente entre los dos tipos.

1.2.5.5.5.4 Multiconferencia

La multiconferencia se da cuando existen más de dos equipos conectados simultáneamente. Para gestionar el flujo de datos de los terminales conectados a la videoconferencia necesitamos del MCU (Multipoint Control Units) la cual gestiona de forma centralizada la conferencia usando las funciones de control H.245 que también definen las capacidades de cada terminal.

CAPÍTULO 2

DISEÑO DE LA RED DE SHARP DEL ECUADOR

2.1 INTRODUCCIÓN

El adecuado diseño e implementación de un sistema de comunicaciones en Sharp del Ecuador, acredita beneficios permitiendo que aumente la productividad y agilidad en el proceso de interacción entre los diferentes departamentos y sucursales de la empresa.

Actualmente el diseño de una red conlleva entornos cada vez más complejos ya que incorporan múltiples medios, múltiples protocolos, e interconexión con otras redes tales como el Internet, permitiendo el crecimiento y facilidad de administración de estos entornos de red. De ahí que el diseño de nuevas redes permitirá mediante tecnologías de alto desempeño, soportar el número creciente de aplicaciones de software y brindar una gran cantidad de recursos de red.

2.2 REQUERIMIENTOS DE COMUNICACIÓN DE SHARP DEL ECUADOR

Actualmente Sharp está constituida con Agencias en las principales ciudades del Ecuador, las cuales tiene un sistema independiente de voz y datos. Ya que Sharp se dedica a la importación y comercialización de equipos, todo el cruce de información tal como: inventario, ingreso de pedidos, cierre de cuentas, entre otras, se lo hace por correo certificado entre las agencias de Cuenca y Guayaquil y su matriz Quito, en diferentes días de la semana; por lo tanto requieren manejar información actualizada y de manera rápida, para esto necesita contar con un buen sistema de comunicaciones que permita realizar las transacciones e intercambio de información con alta seguridad y de forma eficaz, es decir no debe admitir pérdidas de información.

La red WAN debe permitir conectar la red de área local de la Agencia Matriz Quito con la red de área local de la Agencia en Guayaquil, así como también con la red de área local de la Agencia en Cuenca. Además Sharp del Ecuador

desea contar con un sistema de video vigilancia, el cual permita monitorear las agencias en tiempo real desde cualquier punto dentro de la red; un sistema de videoconferencia y voz sobre IP, necesaria para la comunicación interna en cada una de las agencias, para lo cual Sharp desea recurrir al sistema Elastix utilizado en Guayaquil.

En cuanto a la transmisión de datos, Sharp del Ecuador requiere que los usuarios de las Agencia remotas de Cuenca y Guayaquil tengan acceso a la base de datos, software de contabilidad (Adviser), etc, que se encuentra en la oficina principal en Quito.

La idea es que cada sitio tenga acceso a los otros dos de forma simultánea o individual, dependiendo de las necesidades de la empresa, esto involucra transmitir un volumen de tráfico variable, lo que implica que este tipo de red debe tener tiempos de respuesta rápidos, throughput alto y una aceptable confiabilidad que permita la escalabilidad en la red y que sea de fácil administración.

El objetivo principal es presentar a Sharp del Ecuador un diseño alternativo a su red actual considerando los requerimientos antes mencionados, como primer paso para lograr este objetivo es rediseñar cada una de las LAN pertenecientes a Sharp del Ecuador, para que cada una cuente individualmente con los requerimientos de voz, datos y video; mediante esto se podrá dimensionar adecuadamente un enlace WAN.

2.3 REDISEÑO DE LAS REDES LAN EN SHARP DEL ECUADOR

Para diseñar redes confiables y escalables, se debe tener en cuenta que cada Agencia posee requisitos de diseño específicos, los cuales al ser tomados en consideración facilitarían un adecuado diseño para una red de área extendida.

En la Figura 2.1 se puede observar el flujograma de los pasos a seguir para el rediseño de las redes LAN en Sharp del Ecuador.

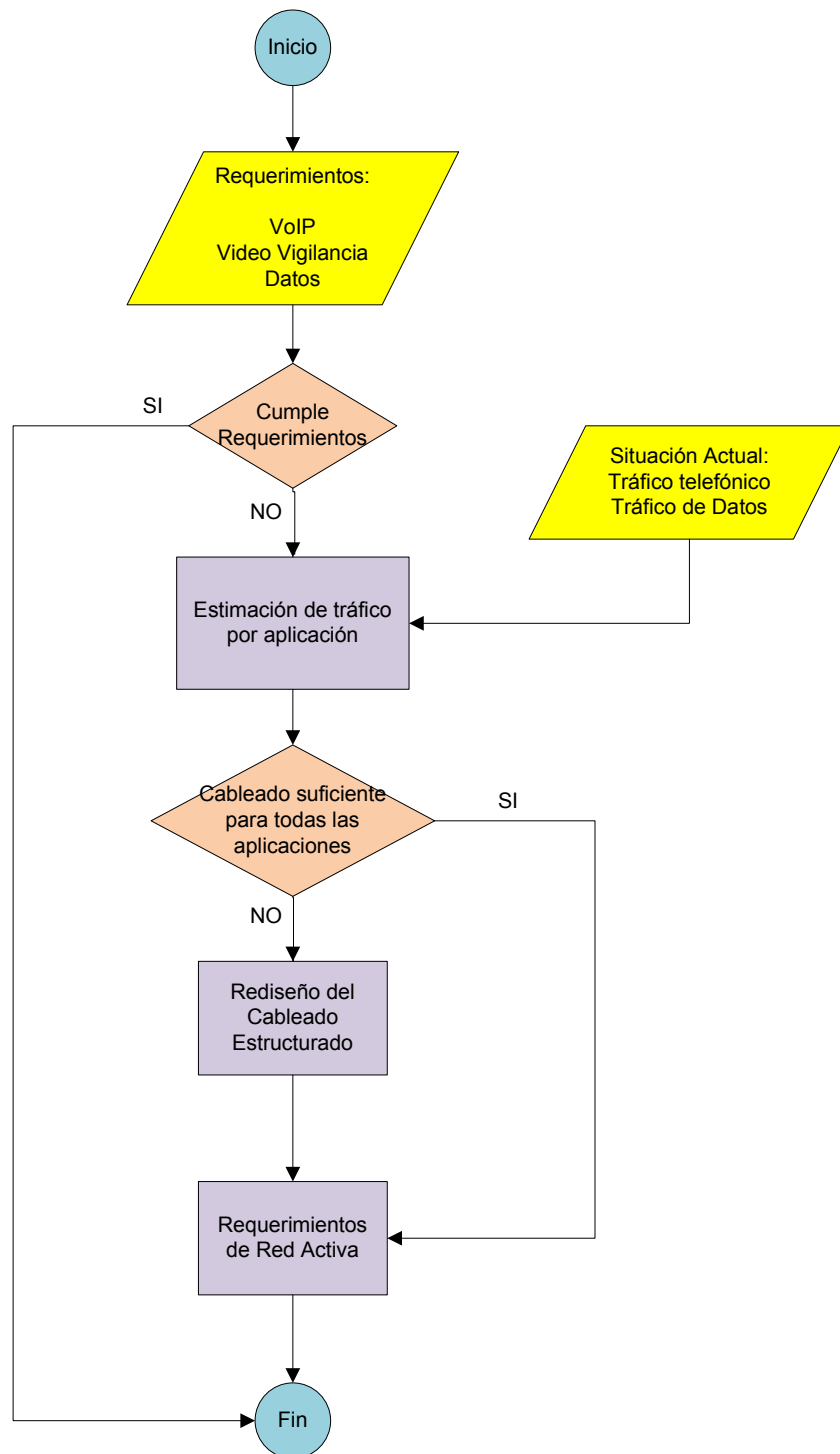


Fig. 2.1 Flujograma para el rediseño de las redes LAN

2.3.1. REDISEÑO DE LA RED LAN EN LA AGENCIA MATRIZ QUITO

Para poder hacer un exitoso diseño se debe tomar en cuenta los requerimientos de la Agencia Matriz Quito, estos son:

- Fuertes políticas de seguridad físicas y lógicas.
- Reestructuración del cableado estructurado.
- Control del consumo de Internet.
- Escalable.

2.3.1.1. Tráfico Generado en la Red

Mediante el software Ntop utilizado para el monitoreo de la red, se obtiene la Figura 2.2 en la que se puede observar la actividad de la red en porcentaje de ocupación por horas simbolizadas por cuadros y en intervalos de ocupación, tales que: el color blanco representa el 0%, el celeste del 0 – 25%, el verde del 25 – 75% y el rojo una ocupación del 75 – 100%.

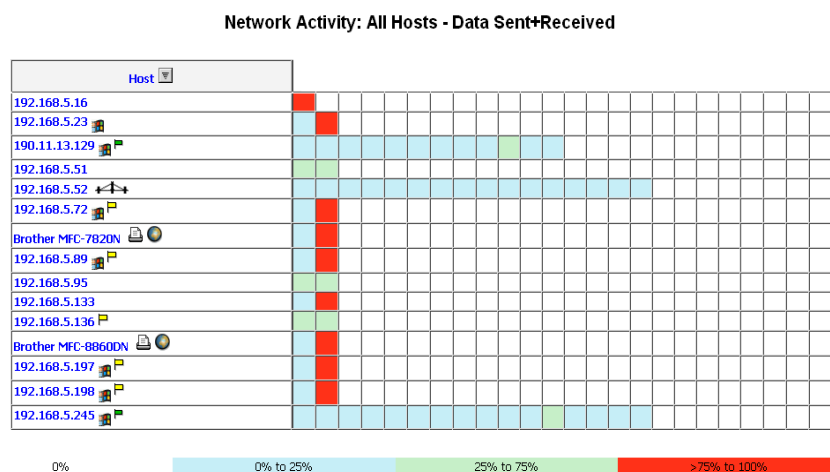


Fig. 2.2 Porcentaje de Ocupación de la red en Quito por cada Host

Del gráfico se puede concluir que durante la primera hora existen 12 usuarios ocupando del 25 al 100% de la red, a partir de la segunda hora tenemos una disminución de usuarios que se acrecienta en el transcurso del día, es decir que en la hora de mayor ocupación tenemos el 75% de simultaneidad. Por lo tanto, la mayor cantidad de tráfico es producida entre las 8 y 9 de la mañana, ya que en este horario, la mayor parte del personal de la Agencia Matriz Quito se encuentran en sus puestos de trabajo; en el transcurso del día, el personal del Departamento Técnico y Ventas abandonan sus escritorios para realizar visitas técnicas y preventas.

2.3.1.2. Acceso a Internet

En cuanto a tráfico externo se tiene un acceso a Internet de 1Mbps, para conocer los valores que se están alcanzando en la Agencia Matriz Quito se detallará el tráfico generado en la red por cada tipo de aplicación ya sea HTTP, DNS, MAIL, etc, mediante el monitoreo de la misma con el software Ntop.

En la Figura 2.3 se observa las aplicaciones que están siendo utilizadas por todos los usuarios de la Matriz en el transcurso de un día.

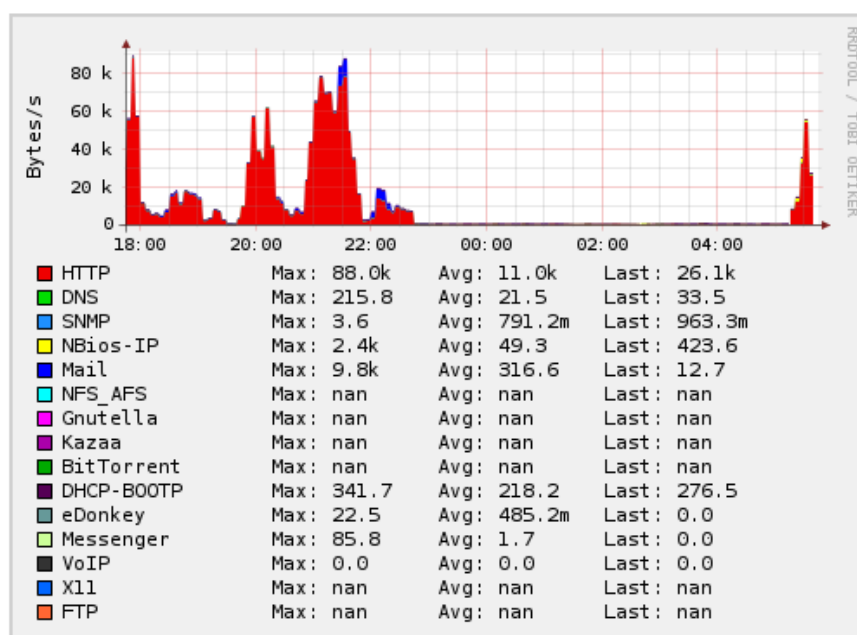


Fig. 2.3 Distribución de Protocolos TCP/UDP

En la Tabla 2.1 se han tabulado los datos correspondientes a las aplicaciones utilizadas por Sharp del Ecuador en la Agencia Matriz Quito.

	http [Bytes/s]	Mail [Bytes/s]	DNS [Bytes/s]	Netbios [Bytes/s]	Velocidad de transferencia [Kbps]
Lunes 8/06/09	90300	2800	334	5800	793,872
Martes 9/06/09	105700	16800	378	4700	1020,624
Miércoles 10/06/09	88000	9800	215,8	2400	803,3264
Jueves 11/06/09	81100	17300	446,2	36600	1083,5696
Viernes 12/06/09	125300	8500	113,1	116,7	1072,2384
Lunes 15/06/09	79100	17300	101,3	32,5	772,2704
Martes 16/06/09	53900	7500	387,8	2400	513,5024
Miércoles 17/06/09	13600	8900	322,7	63,1	183,0864
Jueves 18/06/09	141900	701,1	89	93,1	1142,2656
Viernes 19/06/09	58400	17100	483,9	39,9	608,1904

Tabla 2.1 Aplicaciones de Acceso a Internet en Quito

Como se puede verificar en la Tabla 2.1, en ciertos días tales como el Jueves 18 de Junio de 2009, el ancho de banda requerido sobrepasa el límite de 1 Mbps.

2.3.1.2.1 *Estimación de Tráfico de Acceso a Internet en 5 Años*

[⁴⁶] Según la lista de depreciación de sistemas de información incluyendo computadoras extraídos del IRS (Servicio de Impuestos Internos) de USA y que se aplica a nuestro medio, el periodo de tiempo proyectado para el buen desempeño del diseño es de 5 años, acorde también con el tiempo de vida útil de los equipos utilizados. Para la proyección se utilizará la ecuación:

⁴⁶ DE GARMO, E. PAÚL. Ingeniería Económica; Décima Edición; Editorial Prentice Hall; México-1998

$$T_f = T_0 (1 + f_c)^n \quad [^{47}]Ec. (3)$$

En donde:

T_f = Tráfico proyectado a n años

T_0 = Tráfico inicial actual

f_c = Factor de crecimiento (5%)

n = número de años

Se considerará una proyección de crecimiento del 5%, dato que informa el gerente de la Agencia Matriz Quito, ya que en los últimos años el crecimiento ha sido acelerado. Mediante estos datos y la ecuación de proyección (EC. 3) se estimará el crecimiento de tráfico en un período de 5 años.

Velocidad de transferencia [Kbps]	Proyección 5 Años [Kbps]
793,872	1013,204197
1020,624	1302,603593
803,3264	1025,270673
1083,5696	1382,939902
1072,2384	1368,478101
772,2704	985,6344728
513,5024	655,3736454
183,0864	233,6697967
1142,2656	1457,852525
608,1904	776,222194

Tabla 2.2 Estimación del tráfico de la Matriz Quito a 5 Años

⁴⁷ PAVÓN SIERRA; PEÑAHERRERA PLÚA. Diseño de una red convergente de voz y datos para el Edificio Matriz de TRANSELECTRIC S.A. y su enlace con el COT.EPN,2009.

En la Tabla 2.2 se aprecia que la mayoría de las cifras superan el 1Mbps dispuesto para el acceso a Internet, por lo tanto, para un adecuado desempeño de la red se puede aumentar el acceso a 2Mbps, que sería suficiente para satisfacer los requerimientos de la red.

2.3.1.3. Estimación del Ancho de Banda Requerido para Datos

Actualmente la Agencia Matriz Quito tiene una capacidad de transmisión dentro de la LAN de 100 Mbps a través de tecnología *Fast Ethernet*, por lo que es importante considerar el tráfico interno como el acceso a base de datos o archivos compartidos con el objetivo de que no sobrepasen este valor. En las mediciones realizadas en el primer capítulo, se obtuvo el cálculo del promedio y pico de carga de red total (Tabla 1.2), de estas estadísticas el día lunes 8 de Junio del 2009 fue el de mayor cantidad de carga en la red con 3 y 40.2 Mbps respectivamente; en conclusión se tiene que la tecnología Fast Ethernet que posee Sharp del Ecuador es suficiente para los datos que maneja la empresa, ya que soporta el pico más alto de la red, 40.2 Mbps, dato crítico que se toma en cuenta para el cálculo total del ancho de banda.

2.3.1.4. Estimación del Ancho de Banda Requerido para Voz

Sharp del Ecuador cuenta, como se describió en el primer capítulo, posee un sistema de telefonía tradicional, la cual conlleva una serie de limitaciones que pueden ser superadas con la adopción de servicios convergentes de voz y datos. Por este motivo se propone la adopción de un sistema de telefonía 100% IP, la cual:

- Permite su implementación a bajo costo en todos los puntos geográficos (Quito y Cuenca) que sean requeridos con administración centralizada.
- Mejora la comunicación interna / externa.

- Tiene un costo de mantenimiento y actualizaciones inferior a otras soluciones.
- Hace una reducción de costos de comunicación, se estima entre 30 y 50% gracias a la posibilidad de contratación de servicios telefónicos internacionales a bajo costo.
- Fácilmente escalable.
- Incluye facilidades de teleconferencia y mensajería unificada.

Para no desperdiciar recursos existentes y cumplir con los requerimientos de la empresa se reutilizará la central telefónica Elastix ubicada en Guayaquil, la cual está basada en VoIP.

Para establecer los requerimientos de ancho de banda para voz, se debe determinar el número de canales de voz necesarios para la Agencia Matriz Quito, para ello se considera la descripción de tráfico telefónico realizado previamente (primer capítulo), en el cual se calculó la intensidad de tráfico en Erlangs. Basándose en los datos obtenidos de la Tabla 1.7, en los cuales se toma el día de mayor tráfico telefónico, martes 18 de Agosto del 2009, con 2,81 Erlangs y considerando una probabilidad de pérdida (GoS) igual al 0.01, utilizando la Tabla de Erlang B (Anexo B), se concluye que son necesarios 8 canales de voz en la Agencia Matriz de Sharp del Ecuador.

Para la implementación de VoIP es necesario la utilización de los Voice CODEC's (codificadores-decodificadores de voz) que emplean algoritmos de codificación que convierten la señal de voz analógica en un flujo digital de datos. Además de convertir de analógico a digital, el CODEC comprime la secuencia de datos, proporciona cancelación de eco y supresión de silencios, mediante los cuales se ahorra ancho de banda. La compresión tiene un tiempo de procesamiento que dependerá del procesador utilizado y de la complejidad del algoritmo.

Los DSP (Digital Signal Processors) son procesadores especialmente diseñados para este tipo de operaciones. Un parámetro de medición de performance de estos procesadores es la cantidad de millones de instrucciones por segundo que puede ejecutar (MIPS - Millones de Instrucciones por Segundo). La cantidad de MIPS necesarias dependerán del tipo de codificador que se utilice. Por ejemplo, el G.711, no necesita más que un procesador con menos de 1 MIPS, en cambio para G.279 se requiere un procesador con mayores MIPS para poder ejecutar las instrucciones.

Para la estimación del ancho de banda se utilizará el CODEC G.729a ya que cuenta con un ancho de banda relativamente bajo (8 Kbps), este codificador tiene una duración de trama de 10ms y una longitud de trama de 10bytes, la calidad del audio (MOS - Mean Opinion Score) es mejor y además es el más utilizado para aplicaciones de VoIP.

Estimar el ancho de banda en VoIP radica en encontrar tanto la tasa de paquetes y el tamaño de paquete, los cuales dependen del codificador que se utilice. El tamaño total del paquete depende además, del tamaño del encabezado de cada uno de los protocolos intervinientes.

Si aumentamos el número de tramas por paquete disminuimos el ancho de banda pero aumentamos el retardo en la red, a partir de los 100-150ms de retardo la percepción de la calidad de la voz en comunicaciones interactivas empieza a disminuir notablemente con lo que no se recomienda para aplicaciones de voz un valor de superior a 5 tramas por paquete. Por lo tanto se tomaran 2 tramas por paquete.

El tamaño total del paquete como es sobre IP tiene un total de 40 bytes de cabecera (20 de IP, 8 de UDP y 12 de RTP) a los que hay que sumarle 10 bytes por cada trama de G.729 y 20 bytes de payload que da un total de 70 bytes. Como cada trama se transmite cada 10ms en G.729, al tener 2 tramas por paquete, transmitiremos un paquete cada 20ms. O sea que, transmitiremos 560 bits (70x8) cada 20ms, lo que da una tasa de 28 kbps para una llamada, para las 8 canales de voz necesarios tenemos 224 Kbps.

Con todos estos datos, se utilizará una calculadora de ancho de banda para VoIP, herramienta que nos da la posibilidad de introducir las variables requeridas para una estimación aproximada del ancho de banda. En la Figura 2. 4 observamos el resultado de la conversión.

Bandwidth Calculator for VOIP	
SIMULTANEOUS CALLS: 8	PAYLOAD: 20 BYTES SAMPLING: 10 MS
CODEC: g.729a 8 Kbps	MOS: 4.14 MIPS: ~13 DURATION: 20 MS
FRAMES PER PACKET: 2	L2 HEADER: 18 BYTES ATM CELLS: 0
L2 TECHNOLOGY: Ethernet 802.3	L3 HEADER: 40 BYTES
PROTOCOL: SIP	VPN HEADER: 0 TOTAL PAYLOAD: 78 BYTES
VPN: NONE	BANDWIDTH (ONE CALL): 31.2 Kbps
PROT. OVERHEAD: 5 %	BANDWIDTH (ALL CALLS): 249.6 Kbps
<input type="checkbox"/> Compressed RTP	BANDWIDTH WITH OVERHEAD: 262.08 Kbps

Fig. 2.4 Calculadora de Erlangs y Ancho de Banda en VoIP para Quito

Otro factor que se suma al cálculo en la calculadora es el aumento de ancho de banda debido al envío de mensajes de RTCP (Real-Time Transport Control Protocol). La RFC3550 donde se definen los protocolos RTP y RTCP, recomienda reservar un ancho de banda de un 5% más para el envío del RTCP.

Por lo tanto el resultado de la calculadora es aproximado al manual obtenido anteriormente.

Existe otro factor a tener en cuenta en el cálculo de ancho de banda. Es la supresión de silencio que se basa en la detección de actividad de la voz (VOZ). De esta forma el transmisor, al detectar que la actividad de la voz cesa (la amplitud está debajo de un umbral) deja de transmitir información ahorrando de esta forma ancho de banda. El factor de actividad de la voz suele considerársele en el orden de un 35%, aunque un valor de 50% parece ser un valor más acorde a mediciones reales. Como consecuencia, se suele multiplicar el resultado del cálculo del ancho de banda por este factor, así el

ancho de banda necesario para el tráfico de voz es 131.04 Kbps que representa la mitad del valor obtenido mediante la calculadora.

En la Figura 2.5 se presenta la topología que seguirá el diseño de VoIP.

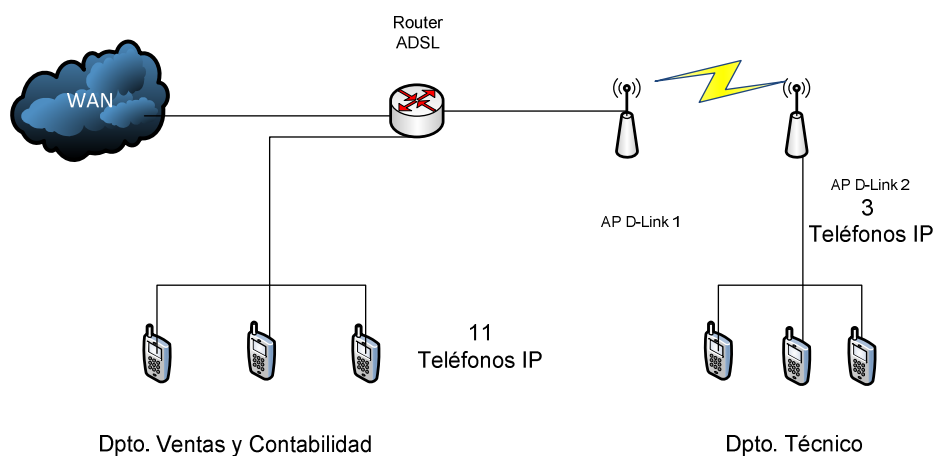


Fig. 2.5 Topología Física de Teléfonos Agencia Quito Sharp del Ecuador

2.3.1.5. Estimación del Ancho de Banda Requerido para Video Vigilancia sobre IP

Para la determinación de la capacidad requerida en la transmisión de video sobre IP, se tomarán en cuenta los siguientes factores:

- Números de imágenes por segundo
- Tipo y nivel de compresión que utiliza
- Tipo de cámara
- Encapsulamiento del video
- Número de cámaras IP

En la Agencia Matriz Quito, es necesaria la implementación de video vigilancia, con cámaras IP. En el mercado encontramos varias alternativas, las que en su mayoría tiene las mismas especificaciones técnicas a utilizarse:

- 30/25 imágenes por segundo con una resolución de 160x120
- 30/25 imágenes por segundo con una resolución de 320x240
- 10 imágenes por segundo con una resolución de 640x480
- Compresión Motion JPEG (MJPEG) y MPEG-4

En la Tabla 2.3 se indican los niveles de compresión en formato MJPEG y MPEG-4 para dos tipos de resolución.

Resolución	Niveles de Compresión				
	MJPEG				MPEG-4
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Único
320 x 240	15 KB	12 KB	10 KB	9 KB	2 KB
640 x 480	58 KB	46 KB	39 KB	34 KB	8 KB

Tabla 2.3 Niveles de compresión en formato JPEG^[48]

Para hacer una estimación del ancho de banda para video vigilancia, se considera MPEG-4, ya que este tipo de compresión permite transmitir video con una mejor calidad y con el menor ancho de banda.

Para una visualización aceptable se considera: 10 imágenes por segundo con una resolución de 640x480 y compresión MPEG de 8 KB, sin embargo este dato es netamente carga útil, a lo cual se tiene que aumentar la cabecera

⁴⁸ www.video-home-surveillance.com

adicionada en la capa enlace, para calcular este número de bytes de cabecera, se calculará el número de tramas necesarias para una imagen.

En la Figura 2.6 se muestra la trama Ethernet, con el encapsulado de la información por capa para la transmisión de video.

Preambulo	SOF	MAC	MAC	Long	IP	UDP	RTP	Datos	FCS
(7 Bytes)	(1 Byte)	Destino (6 Bytes)	Origen (6 Bytes)	(2 Bytes)	(24 Bytes)	(8 Bytes)	(6 Bytes)	(1462 Bytes)	(4 Bytes)

Fig. 2.6 Formato de la trama Ethernet para transmisión de Video

La trama Ethernet contiene el encapsulado de: Capa de Transporte (RTP) con 6 Bytes de cabecera, Capa de Red (UDP e IP) con 8 y 24 Bytes respectivamente y finalmente la Capa Enlace con 22 Bytes de cabecera y 4 Bytes de Cola; admite una longitud de 1462 Bytes de Datos, con una adición de 64 Bytes, es decir:

$$\begin{aligned} \text{Número de tramas} &= \frac{\text{Número de Bytes por imagen}}{\text{Número de Bytes por trama}} \\ \text{Número de tramas} &= \frac{8 \text{ KBytes}}{1462 \text{ Bytes}} \quad [^{49}] \text{ EC (4)} \\ \text{Número de tramas} &= 5.47 \end{aligned}$$

De este resultado se puede concluir que es necesario el envío de treinta tramas de 1462 Bytes y una trama de 690 Bytes, en el campo de datos; tomando en cuenta los 64 Bytes (Cabecera + Cola + Cabecera TCP/IP) por cada paquete se tiene:

⁴⁹ PARRA IÑACASHA; PÉREZ RAMOS. Diseño de un sistema de videovigilancia digital remoto para establecimientos con sucursales en distintos puntos del país. EPN, 2003.

$$\text{Número de Bits Totales} = [(5 \times 1462) + 690 + (6 \times 64)] \times 8$$

$$\text{Número de Bits Totales} = 67.072 \text{ Kbit}$$

Con este valor se puede calcular el ancho de banda:

$$AB = \frac{10 \text{ imágenes}}{\text{segundo}} \times \frac{67.072 \text{ Kbits}}{\text{imagen}}$$

$$AB = 670.72 \text{ Kbps}$$

Este valor corresponde al ancho de banda necesario por cada cámara. El ancho de banda total dependerá del número de cámaras a instalarse en la Agencia Matriz Quito.

El área a ser cubierta por cada cámara obedece principalmente a las necesidades que tenga la empresa, en este caso, se cubren puertas de ingreso, oficinas y bodegas. Dependiendo del área a ser cubierta, se determina el número de cámaras para cubrir por completo tal área.

Para una aceptable vigilancia de esta Agencia se planifica instalación de cámaras IP de acuerdo al ángulo de cobertura de la cámara, este valor depende de las lentes a utilizarse, la distancia al objeto que se requiere observar, longitud focal, ancho y altura del campo visual.

[⁵⁰] Los formatos estandarizados de lente son 1/3", 1/2", 2/3" y 1", esta elección es muy importante, ya que si se escoge una lente inadecuada para la cámara, la imagen no se podrá enfocar adecuadamente.

La distancia focal, es la distancia medida en milímetros entre el centro de la lente y el CCD de la cámara que es donde se produce el enfoque, determina el tamaño que tendrá la imagen en el monitor y el campo visual. Mientras más pequeña sea la distancia focal, mayor será el campo visual.

⁵⁰ <http://www.axis.com/techsup/software/index.htm>

Las características mínimas que deben cumplir las cámaras en las diferentes áreas a ser vigiladas, se determinan mediante una calculadora de cámaras IP. En donde se ingresan los datos más relevantes del área a ser cubierta y nos da como resultado todas las propiedades necesarias para una determinada cámara.

En la Tabla 2.4 se muestra el tipo de cámara, el diámetro del lente y del sensor CCD para cada cámara, la distancia al campo de vista y el ángulo de cobertura.

DEPARTAMENTO	CÁMARA	DISTANCIA	DISTANCIA HORIZONTAL	CCD	DIÁMETRO LENTE	ÁNGULO COBERTURA
Bodega	CÁMARA 1	1,8m	2m	1/3"	5mm	76,3°
Dpto. Ventas	CÁMARA 2	4,4m	1,5m	1/3"	9mm	49°
	CÁMARA 3	1,8m	2,5m	1/3"	3,5mm	80°
	CÁMARA 4	3m	1,9m	1/3"	6mm	67°
Dpto. Contabilidad	CÁMARA 5	1,6m	2m	1/3"	4mm	87°
Dpto. Técnico	CÁMARA 6	2,4m	3,5m	1/3"	3,4mm	82°
	CÁMARA 7	2,6m	2,8m	1/3"	4,4mm	82°

Tabla 2.4 Características de cada cámara para Agencia Quito

En las Figuras 2.7 y 2.8 se muestran los planos de cada Departamento, con la ubicación física de cada una de las cámaras y su ángulo de cobertura horizontal.

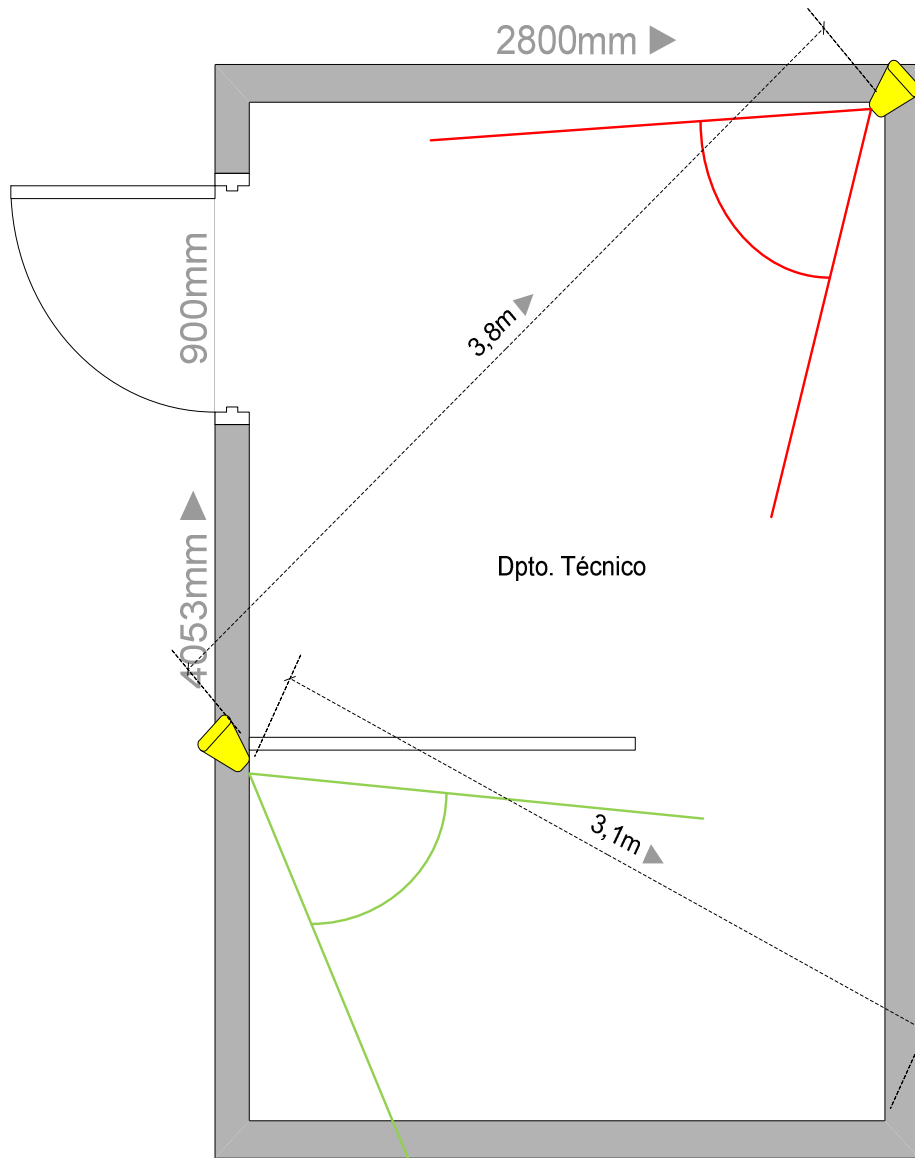


Fig. 2.7 Ubicación física y ángulo de cobertura de las cámaras IP en el Dpto. Técnico en la Agencia Matriz Quito

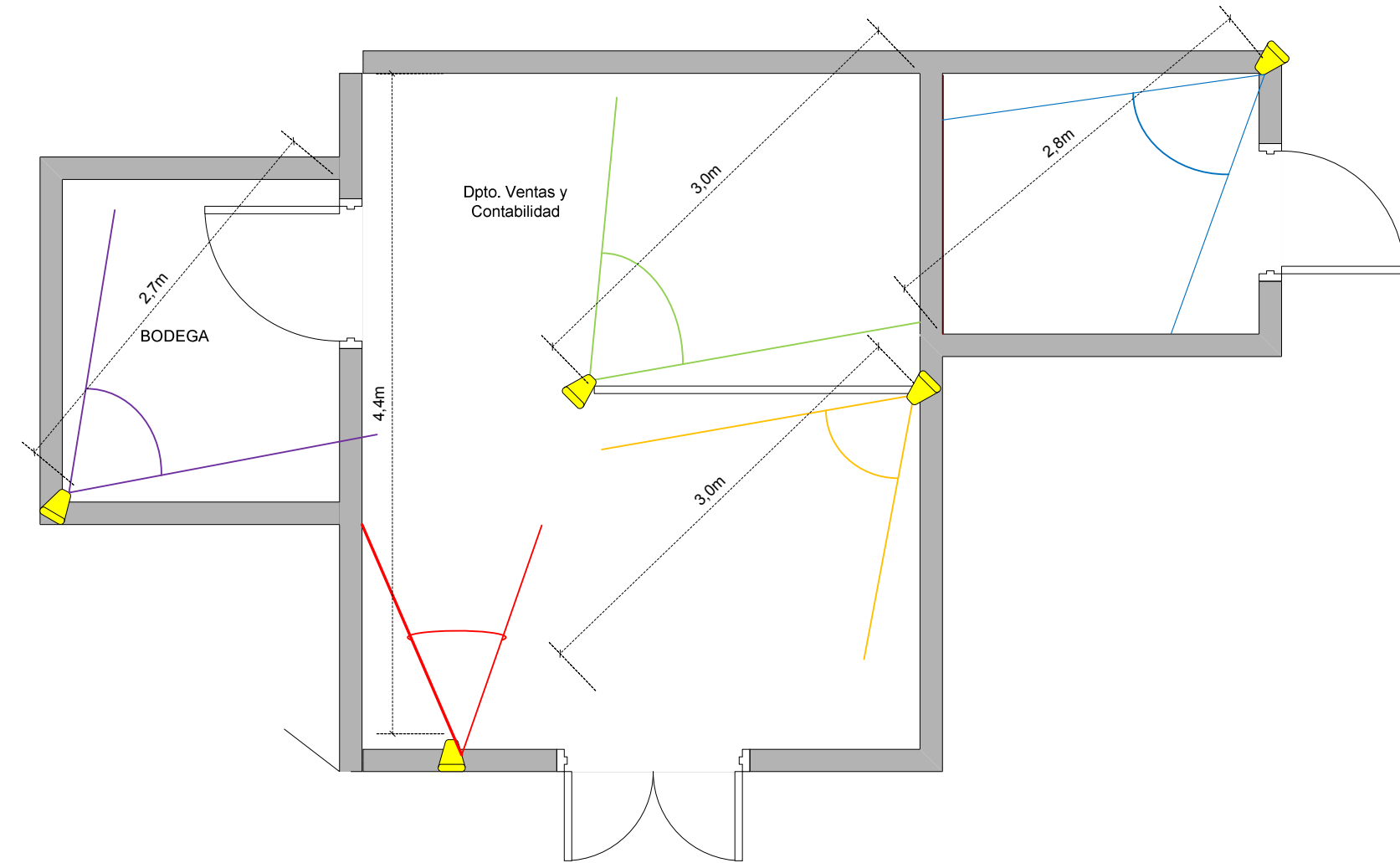


Fig. 2.8 Ubicación física y ángulo de cobertura de las cámaras IP en el Dpto. de Ventas y Contabilidad en la Agencia Matriz Quito

Se determina que en la Agencia Matriz Quito son necesarias 7 cámaras distribuidas en las diferentes oficinas como se observa en la Tabla 2.5

Agencia Matriz Quito	Número de Cámaras	Ancho de Banda [Mbps]
Dpto. Ventas	3	2.01
Dpto. Contabilidad	1	0.67
Dpto. Técnico	2	1.34
Bodega	1	0.67
Total	7	4.69

Tabla 2.5 Estimación del Ancho de Banda para Video Vigilancia

Para la administración de las cámaras IP, se debe seleccionar un software que ofrezca interfaces amigables y tenga soporte de diversos sistemas operativos. Además debe tener un grado de escalabilidad para permitir expansiones futuras en el sistema propuesto.

El software a utilizarse debe tener las siguientes características mínimas:

- Permitir la grabación y monitoreo de video proveniente de mínimo 16 cámaras IP.
- Detección de movimiento integrado.
- Fácil orientación de cámaras de acuerdo a las características del sitio.
- Acceso remoto.
- Escalabilidad.
- Autenticación de usuarios.

2.3.1.6. Estimación del Ancho de Banda Total para la Agencia Matriz Quito

En la Tabla 2.6 se presenta el ancho de banda requerido para las aplicaciones de: Datos, Voz, Video Vigilancia de manera simultánea para la Matriz Quito.

Aplicación	Ancho de Banda Total [Mbps]			Total
	Datos	Voz	Video Vigilancia	
Agencia Matriz Quito	40.2	0,13104	4.69	45.02

Tabla 2.6 Estimación del Ancho de Banda Total para la Matriz Quito

2.3.1.6.1 Estimación de Tráfico Total a 5 Años

Considerando una proyección de crecimiento del 5%, con los datos de la Tabla 2.8 y la siguiente ecuación:

$$T_f = T_0 (1 + f_c)^n \quad [^{51}] \text{ Ec (3)}$$

Se tiene:

$$T_f = 45.02 \times (1 + 0.05)^5$$

$$T_f = 57.46 \text{ Mbps}$$

Para una mejor apreciación se presenta la Figura 2.8.

⁵¹ PAVÓN SIERRA; PEÑAHERRERA PLÚA. Diseño de una red convergente de voz y datos para el Edificio Matriz de TRANSELECTRIC S.A. y su enlace con el COT.EPN,2009.

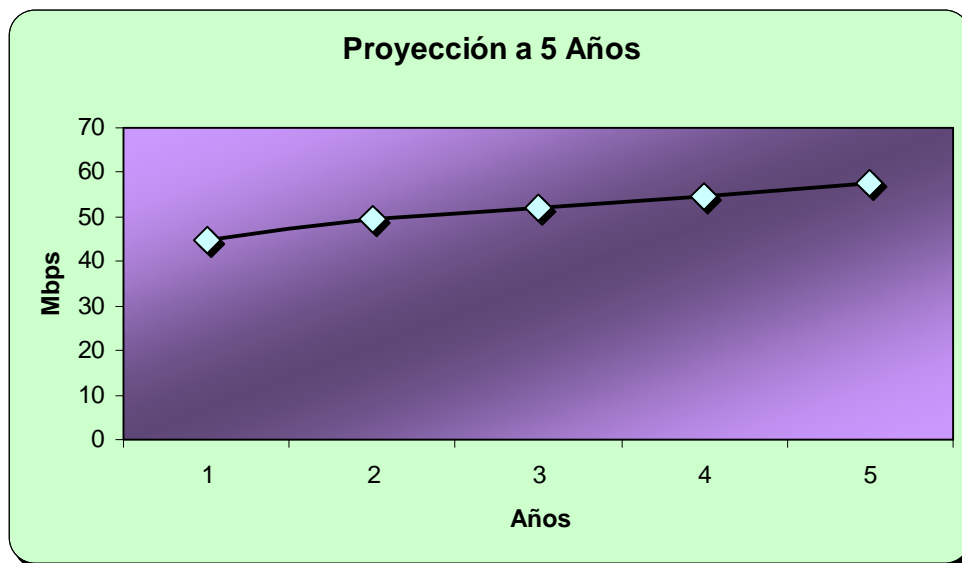


Fig. 2.9 Proyección a 5 Años del Ancho de Banda Total en la Agencia Quito

2.3.1.7. Cableado Estructurado

Se conoce como cableado estructurado a la distribución de cables dentro de un edificio que comprende las necesidades de comunicación actuales y futuras del sistema. Este tipo de instalaciones se convierten en elementos tan imprescindibles como la electricidad, agua, gas, etc.

La Agencia Matriz Quito es la principal agencia con la que cuenta Sharp del Ecuador, no solo por el número de clientes, sino además por el número de transacciones que debe soportar la red. Con los requerimientos presentados en el punto 2.2 se llegó a la conclusión de rediseñar el sistema de cableado estructurado y adecuarlo a las necesidades actuales de la Empresa.

En el estudio preliminar se conoció que el cableado de la Matriz no cumple con las normas establecidas para este propósito, razón principal por la cual, la Agencia tiene una serie de problemas con la red, en este caso, para que el cableado esté en óptimo funcionamiento y cumpla con las normas, se propondrá un nuevo tendido de cables para así optimizar el tráfico de la red. El estándar de cable a utilizar es UTP categoría 6A, ya que el cableado estructurado debe soportar las nuevas tecnologías Ethernet, las cuales

requieren mayor ancho de banda y menores interferencias para un correcto desempeño. Además se requiere puntos de datos certificados bajo normas ANSI/EIA-TIA, mejorar las condiciones físicas de los cuartos de telecomunicaciones, contar con una administración de cableado estructurado definida y documentación de los puntos de red, con un correcto etiquetado de los mismos además de los cajetines y patch pannels.

El diseño de cableado estructurado contemplará tres subsistemas específicos: Distribución Principal (cuarto de equipos), Cableado Horizontal y Estaciones de Trabajo de los usuarios.

2.3.1.7.1 *Estaciones de Trabajo*

2.3.1.7.1.1 *Puntos de Red*

Permite la conexión de los equipos de usuario y estaciones de trabajo (computadores, impresoras, teléfonos, etc.) a los módulos de acceso de pared. El tendido de cable se halla distribuida de la siguiente manera: Departamento de Ventas, con 11 equipos, el Departamento de Contabilidad y Servicio Técnico con 4 equipos cada uno; tomando en cuenta las salidas de voz, uno para cada puesto de trabajo y 7 cámaras IP de Video Vigilancia. En la Tabla 2.7 se muestra la distribución de puntos de red según la aplicación, en donde los datos se componen de: microPCs e impresoras.

Departamento	Datos	Voz	Video	Total
Dpto. Ventas	11	8	3	22
Dpto. Contabilidad	4	3	1	8
Dpto. Técnico	4	3	2	9
Bodega	0	0	1	1
Total	19	14	7	40

Tabla 2.7 Distribución de los Puntos de Telecomunicaciones en Quito

2.3.1.7.1.2. Salidas de Telecomunicaciones

Se emplearán salidas de telecomunicaciones dobles; estarán colocadas a una altura de 50 cm sobre el piso con canaleta; los jacks serán del tipo RJ-45 categoría 6A de 8 pines, los cuales seguirán el esquema de conexión T568B.

La distribución de salidas de telecomunicaciones en la agencia previendo un 5% de crecimiento se muestra en la Tabla 2.8.

Departamento	Total	Crecimiento 5%	Total Salidas dobles de Telecomunicaciones
Dpto. Ventas	22	28.1	14
Dpto. Contabilidad	8	10.2	5
Dpto. Técnico	9	11,5	6
Bodega	1	1,27	2
Total	40	51.07	27

Tabla 2.8 Distribución de Salidas de Telecomunicaciones en Quito

[⁵²]La distancia horizontal máxima es de 90 metros independiente del cable utilizado. Esta es la distancia desde el área de trabajo de telecomunicaciones hasta el armario de telecomunicaciones. La suma de los cables puente y cables de equipos no deben sumar más de 10 metros. La ANSI/TIA/EIA-568-B establece que puede haber 5 m de cable de conexión para interconectar los paneles de conexión del equipamiento y 5 m de cable desde el punto de terminación del cableado en la pared hasta el teléfono o el computador. En conclusión la distancia máxima para un canal es de 100 metros: el máximo enlace permanente de 90 metros más 10 metros como máximo de cable de conexión

En las Figuras 2.10 y 2.11 se observa los planos de los diferentes departamentos de la Agencia Matriz Quito con sus respectivas salidas de telecomunicaciones.

⁵² <http://www.scribd.com/doc/4088697/Suplemento-Sobre-Cableado-Estructurado-Panduit>

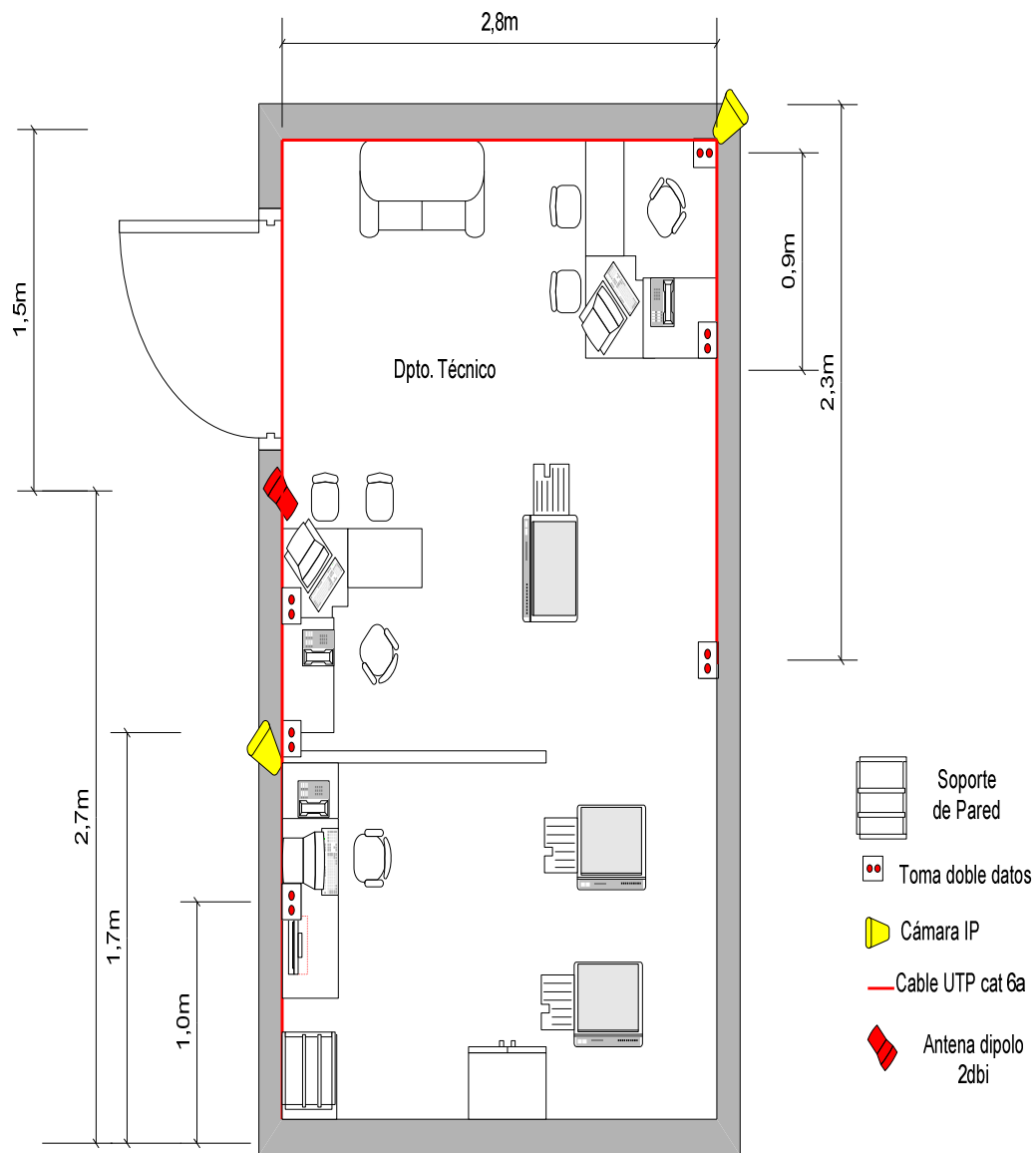


Fig. 2.10 Ubicación de salidas de telecomunicaciones en el Dpto. Técnico en la Agencia Matriz

Quito

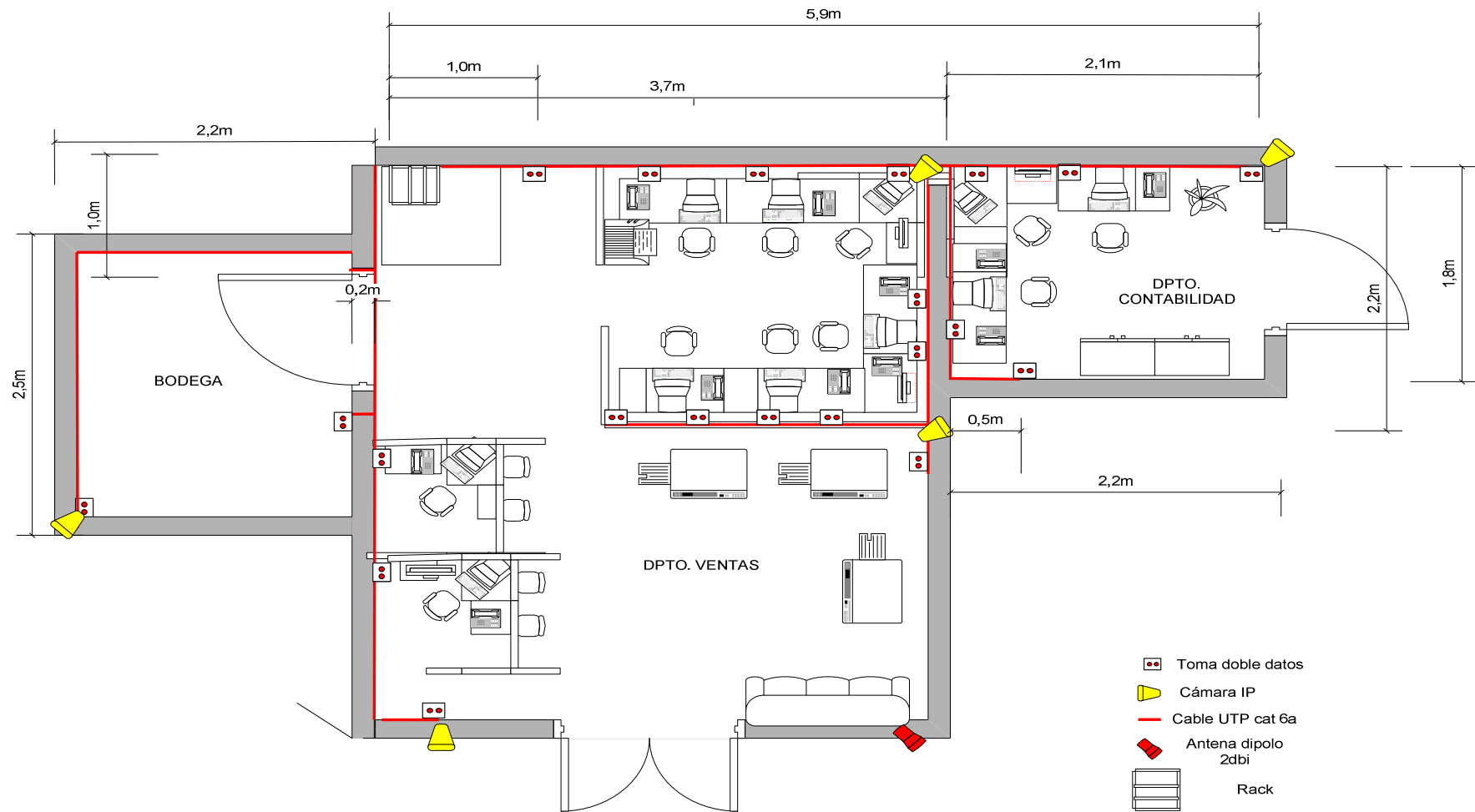


Fig. 2.11 Ubicación de salidas de telecomunicaciones en el Dpto. de Ventas y Contabilidad en la Agencia Matriz Quito

2.3.1.7.2 *Cuarto de Equipos*

Para una mejor distribución del cableado en La Agencia Matriz Quito se reacondicionará el “Armario de Telecomunicaciones”, es decir, debe adecuarse correctamente con seguridades, aire acondicionado, iluminación, conexión a tierra y provisión continua y regulada de energía eléctrica a través de UPS. Adicionalmente cuenta con una PBX marca Panasonic serie KX-TD 1232E, la cual, para poder migrar a VoIP, tendrá que ser dada de baja.

En esta área se considerarán los siguientes elementos:

2.3.1.7.2.1. *Patch Panels*

Actualmente el rack cuenta con un patch panel de 48 puertos RJ-45 categoría 5e, el cual tendrá que ser cambiado por otro de la misma cantidad de puertos, los cuales son suficientes para la cantidad de tomas que se necesita, pero con soporte de categoría 6A para poder conectarse con el cable UTP a utilizarse. Así mismo en el departamento técnico se añadirá un patch panel de 16 puertos para UTP categoría 6A.

2.3.1.7.2.2. *Rack*

El Armario de Telecomunicaciones actualmente cuenta con un rack de datos tipo abierto con sus respectivos organizadores horizontales y verticales, donde se ubica un switch que se conecta al router para el acceso al Internet de todos los usuarios de la red.

Se instalará 1 regleta multitoma de seis salidas eléctricas; cada salida eléctrica funcionará a 110 V y 15 A.

En el Departamento Técnico se añadirá un soporte de pared, en donde estará el patch panel y la regleta multitoma.

Dichos equipos se fijarán apropiadamente dejando un espacio mínimo de 15,2 cm. entre el bastidor y la pared, para la ubicación del equipamiento, además de otros 30,5 a 45,7 cm. para el acceso físico de los trabajadores y del personal de mantenimiento, permitiendo acceder fácilmente tanto a la parte delantera como a la parte trasera de los equipos.

En la Figura 2.12 se puede apreciar el rack en el Armario de Telecomunicaciones para el Departamento de Ventas y Contabilidad.

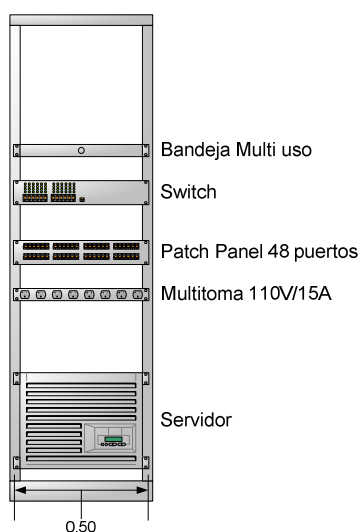


Fig. 2.12 Elementos del Rack del Armario de Telecomunicaciones

2.3.1.8. Cableado Horizontal

2.3.1.8.1 Departamento de Ventas y Contabilidad

El cableado horizontal será de UTP categoría 6A para proveer mejores características y funcionalidades, además permitirá un soporte ideal para la telefonía IP. Se mejorará y completará la red de tal manera que cumpla en su totalidad con las normas especificadas para cableado horizontal descritas a continuación [53]:

⁵³ <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/cableado.htm>

- [⁵⁴]Debe atender a las especificaciones y normas contenidas en el estándar ANSI/TIA/EIA 568-B.2-10 para cableado UTP categoría 6A o categoría 6 Augmented
- Desde el rack el tendido de cableado horizontal partirá en forma de estrella a cada uno de los puntos de datos de los usuarios de la red empleando cable UTP categoría 6A.
- [⁵⁵]La norma TIA/EIA - 606 provee un esquema para identificación de los conductores y salidas de administración, según esta norma el etiquetado debe ser llevado a cabo de la siguiente forma:

Etiquetas individuales firmemente sujetas a los elementos con etiquetas adhesivas.

Las etiquetas deberán ser auto-laminadas, es decir, las letras deben estar protegidas con una porción de la misma etiqueta.

Según esta norma se definirá un sistema de identificación mediante letras y números con etiquetas, desde los patch pannels en el rack hasta los puntos finales a nivel del usuario con la finalidad de facilitar la administración de la red. En cada cajetín se identificará qué puntos contiene, esto se lo realizará para tener una mejor organización de los mismos; se tendrá la misma etiqueta en los patch pannels para identificarlos a qué punto se conectan. Por ejemplo se identificará el punto de voz o de datos con el mismo número; así, para el cajetín 1 se tendrá 1V1D que significa punto de voz del cajetín 1 y punto de datos del cajetín 1; se realizará lo mismo para cada uno de los cajetines en todos los departamentos de cada una de las sucursales.

El color que se manejará para las terminaciones de voz en el área de trabajo será azul, para las terminaciones de datos en el área de trabajo será blanco y para las terminaciones de voz y datos en el cuarto de equipos será negro.

⁵⁴http://www.furukawa.com.br/pls/portal/docs/PAGE/PORTALESP/DRTECH/WEEKLYNEWS/WN_040308_ES.PDF

⁵⁵ http://www.fpchiapas.gob.mx/site/im/normatividad/Informatica/desarrollo_tecnologico/04_Anexo3.pdf

- Para el sistema de canalizaciones, se dispondrá de canaletas plásticas para áreas visibles e interior de las oficinas.
- De acuerdo al NEC, NFPA-70 Artículo 110-16 todas las canaletas deberán cumplirán con las condiciones de separación de 20 cm de cualquier línea AC, 12 cm de balastos de lámparas fluorescentes, 1 metro de cualquier línea AC de más de 5 KVA y 1.2 metros de cualquier motor o transformador, aire acondicionado, ventiladores o calentadores.
- Adición del 10% de holgura
- Adición de holgura de terminación de 2.5m

2.3.1.8.1.1. Cálculo del número de corridas y el número de rollos

A partir de la ruta del cable en los diferentes departamentos de la Agencia en Quito y con la ayuda de las Figuras 2.9 y 2.10, se puede evaluar los datos de las distancias mínimas y máximas que servirán para el cálculo de la distancia promedio, ésta a su vez añadirá las holguras descritas anteriormente y así se podrá determinar el número de corridas y el número de rollos necesarios para el cableado horizontal.

- Distancia al punto más cercano [dpto cercano] = 1 m
- Distancia al punto más lejano [dpto lejano] = 8.6 m
- Distancia promedio [dp]:

$$dp = \frac{dpto\ cercano + dpto\ lejano}{2}$$

$$dp = 4.8m$$

[⁵⁶] Ec.

(4)

Adición del 10% de holgura [dp_1] y 2.5 m de terminación [dp_2]:

⁵⁶ Cableado Estructurado; Apuntes de clase Ing. Soraya Sinche

$$dp_1 = 4.8 \times 1.1$$

$$dp_1 = 5.28m$$

$$dp_2 = dp_1 + 2.5$$

$$dp_2 = 7.78m$$

Cálculo del número de corridas:

$$\text{Número de corridas} = \frac{305 m}{dp_2} \quad [^{57}] Ec. (5)$$

$$\text{Número de corridas} = 39.2$$

Cálculo del número de rollos:

$$\text{Número de rollos} = \frac{\text{Número de Puntos}}{\text{Número de corridas}}$$

$$\text{Número de rollos} = \frac{21}{39} \quad [^{57}] Ec. (6)$$

$$\text{Número de rollos} = 0.53$$

2.3.1.8.2 Departamento Técnico

Ya que la Agencia Matriz Quito se encuentra en dos edificios separados, el Departamento Técnico se conecta al router mediante un enlace inalámbrico WiFi punto-punto con una frecuencia de 5,8 GHZ, las antenas utilizadas son dipolo de 2 dBi.

Al igual que el Dpto de Ventas y Contabilidad, el cableado será UTP categoría 6A y cumplirá con las especificaciones antes mencionadas, por lo tanto:

- Distancia al punto más cercano [dpto cercano] = 1 m

⁵⁷ Cableado Estructurado; Apuntes de clase Ing. Soraya Sinche

- Distancia al punto más lejano [dpto lejano]= 9.3 m
- Distancia promedio [dp]:

$$dp = \frac{dpto\ cercano + dpto\ lejano}{2}$$

$$dp = 5.15\ m$$

Adición del 10% de holgura [dp_1] y 2.5 m de terminación [dp_2]:

$$dp_1 = 5.15 \times 1.1$$

$$dp_1 = 5.665\ m$$

$$dp_2 = dp_1 + 2.5$$

$$dp_2 = 8.165\ m$$

Cálculo del número de corridas:

$$\text{Número de corridas} = \frac{305\ m}{dp_2}$$

$$\text{Número de corridas} = 37.3$$

Cálculo del número de rollos:

$$\text{Número de rollos} = \frac{\text{Número de Puntos}}{\text{Número de corridas}}$$

$$\text{Número de rollos} = \frac{6}{37.3}$$

$$\text{Número de rollos} = 0.1608$$

Por lo tanto:

Número de rollos Totales = 0.53 + 0.16

Número de rollos Totales = 0.69 ≈ 1 rollo

Se concluye que para la Agencia Matriz Quito se necesita un rollo de 305 m de UTP categoría 6A para todo el cableado estructurado.

2.3.1.9. Sistema de Distribución

Ya que la Agencia no cuenta con techo ni piso falso, el sistema de distribución del cableado horizontal, se lo hará mediante canaleta decorativa color marfil marca DEXSON, para no alterar la estética de los diferentes departamentos. Según las recomendaciones de las normas de cableado estructurado, el sistema de canaletas deberá tener un índice de ocupación del 40% y por ende una reserva del 60%.

Con el fin de garantizar los radios de curvatura y las tensiones mecánicas permitidas por las normas, en las instalaciones de las canaletas se deberá incluir los accesorios correspondientes tales como: ángulos internos, externos, uniones, terminaciones, etc.

En la Tabla 2.9 se presenta el tamaño de las canaletas propuestas por DEXSON.

Tipo	Altura [mm]	Dimensiones A[mm]xB[mm]	Números de cables recomendado por el fabricante
C0	12	20x12	3
C1	25	40x25 CD	12
C2	40	60x40 CD	28
C3	40	100x40	50
C4	50	100x45	75

Tabla 2.9 Dimensiones de canaletas DEXSON disponibles en el mercado^[58]

⁵⁸ <http://www.dexsoncorp.com>

En base a los planos de los departamentote de ventas, contabilidad y técnico de la Agencia Quito, se estimaron las longitudes de cada tipo de canaleta a utilizarse, y, considerando que la longitud de las mismas es de 2m independiente de su tipo, se realizó la Tabla 2.10, en la cual se observa los resultados de estas mediciones para cada edificio de la Agencia Matriz Quito.

Agencia Matriz Quito	CANALETAS					
	20x12		40x25		60x40	
	[m]	Número [2m]	[m]	Número [2m]	[m]	Número [2m]
Dpto. Ventas y Contabilidad	23.7	12	13.5	7	3.7	2
Dpto. Técnico	9.6	5	0	0	9.3	5
Total	33.3	17	13.5	7	13	7

Tabla 2.10 Dimensiones de canaletas DEXSON

2.3.1.10. Total de Material Necesario para la Agencia Matriz Quito

En la Tabla 2.11 se muestra la lista de materiales que la Agencia necesita para un correcto cableado estructurado.

Elemento	Dpto. Ventas y Contabilidad	Dpto. Técnico	Total
Patch cord 3 pies	42	12	54
Patch cord 7 pies	31	9	40
Cable UTP cat. 6A (305m)	0,6	0,4	1
Conector RJ-45 cat 6	42	12	54
Rack de 1.8 metros	1	1	2
Patch panel 16 puertos	0	1	1
Patch panel 48 puertos	1	0	1
Flace plate dobles	21	6	27
Canaleta 20x12	12	5	17
Canaleta 40x25	7	0	7
Canaleta 60x40	2	5	7
Accesorios de canalización	-	-	-

Tabla 2.11 Resumen de materiales necesarios para el cableado estructurado para Quito

2.3.1.11. Red Activa

De acuerdo al tráfico estimado para la red, descrito en el punto 2.3.1.6, se detallan las características necesarias de los switches, servidores, cámaras y teléfonos IP.

2.3.1.11.1 Switch

El switch es un dispositivo que opera en la capa “Enlace de Datos”, permite la interconexión de dos o más segmentos de red, de acuerdo a la dirección MAC destino de los datagramas en la red.

De acuerdo a las condiciones de tráfico establecidas, se estiman velocidades menores a 100Mbps y con el número de puntos de red necesarios para la Agencia Matriz Quito, se requieren dos switches, uno para el Dpto. de Ventas y Contabilidad, y un segundo para el Dpto. Técnico. Los switches deben cumplir con las siguientes características mínimas:

Dpto. Ventas y Contabilidad:

- 48 Puertos UTP Cat 6A autosensing 10/100/1000Mbps
- Protocolo de gestión remota: SNMP
- Soporte de Switching de Capa 2
- Diseño modular, apilable
- Cumplimiento de Normas IEEE 802.3, IEEE 802.1q, IEEE 802.1p
- Velocidad de conmutación de paquetes de 8700 Mbps
- Velocidad de backplane mínima de 11,6 Gbps
- Soporte para paquetes de telefonía IP (VoIP)

Dpto. Técnico

- 16 Puertos UTP Cat 6A autosensing 10/100/1000Mbps
- Protocolo de gestión remota: SNMP
- Soporte de Switching de Capa 2
- Velocidad de conmutación de paquetes de 8700 Mbps
- Velocidad de backplane mínima de 11,6 Gbps
- Soporte para paquetes de telefonía IP (VoIP)
- Protocolos: IP, OSPF, RIPv2, DHCP, Telnet, SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3

2.3.1.11.2 *Teléfonos IP*

Para la Agencia se necesitan 14 teléfonos IP con las siguientes características:

- Protocolos VoIP, conmutador Ethernet
- Códec de voz G729a
- Detección de actividad de voz (VAD)
- Asignación de dirección IP DHCP
- Soporte de protocolos SIP y H.323

2.3.1.11.3 *Video vigilancia*

Las cámaras a utilizarse tienen las siguientes especificaciones técnicas básicas:

- Conexión a red Ethernet 10/100 Mbps
- Imágenes: 10 imágenes por segundo con una resolución de 640x480
8000kbps
- Compresión Motion JPEG (MJPEG) y MPEG-4
- 16 Mbytes de RAM para almacenamiento pre/post alarma
- 2MB para archivos html

2.3.1.11.4 Servidor de Base de Datos

Sharp del Ecuador hace un control financiero y de inventario mediante el sistema Adviser; Guayaquil y Cuenca envían un CD semanal con datos confidenciales de la empresa hacia la Matriz Quito con un promedio de 100 y 60 Mbytes respectivamente. En Quito este sistema se utiliza a diario con aproximadamente 150 Mbytes; es decir, semanalmente se tiene un promedio de 310 Mbytes. Por lo tanto un servidor debe tener una capacidad de almacenamiento para los cinco años de 37,2 Gbytes. En el mercado encontramos discos con una capacidad mayor a la requerida tales como: 100, 250 y hasta 400 Gbytes.

En la Figura 2.13 se observa el diagrama lógico propuesto para mejorar la red de la LAN en la Agencia Matriz Quito.

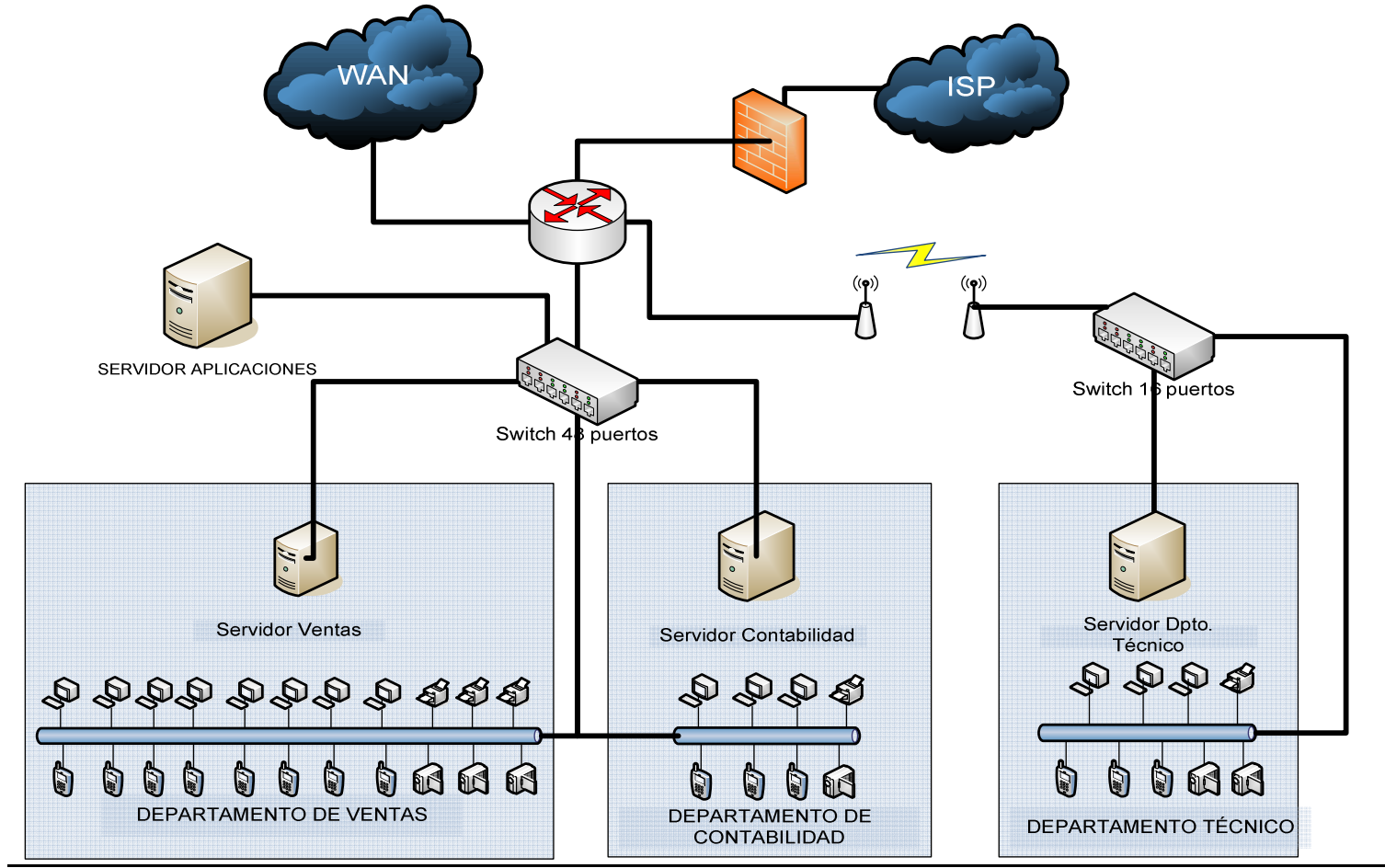


Fig. 2.13 Diagrama lógico del diseño de la red LAN de la Agencia Quito.

2.3.2. REDISEÑO DE LA RED LAN EN LA AGENCIA GUAYAQUIL

2.3.2.1. Tráfico Generado en la Red

Utilizando el software Ntop obtenemos la Figura 2.14 en la cual se observa el porcentaje de ocupación de la red por horas simbolizadas en cuadros y en intervalos de ocupación, tales que: el color blanco representa el 0%, el celeste del 0 – 25%, el verde del 25 – 75% y el rojo una ocupación del 75 – 100%; se puede concluir que durante la primera hora existen 11 usuarios ocupando del 25 al 100% de la red, a partir de la segunda hora tenemos una disminución de dos usuarios, manteniéndose así, en el transcurso del día, es decir que en la hora de mayor ocupación tenemos el 84,61% de simultaneidad. La Agencia Guayaquil, es la sucursal con mayor actividad de personal; es decir, la mayoría de sus empleados se encuentran en sus puestos de trabajo.

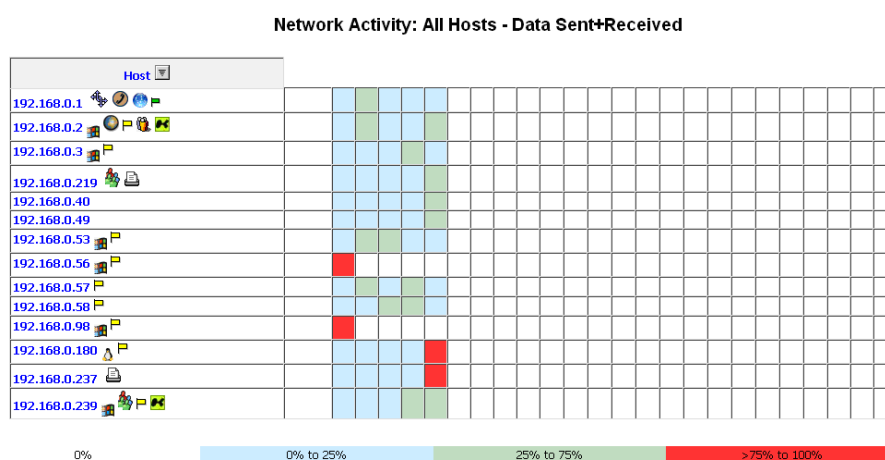


Fig. 2.14 Porcentaje de Ocupación de la red en Guayaquil por cada Host

2.3.2.2. Acceso a Internet

En la Tabla 2.12 se han tabulado los datos correspondientes a las aplicaciones utilizadas por Sharp del Ecuador en la Agencia Guayaquil.

	http [Bytes/s]	Mail [Bytes/s]	DNS [Bytes/s]	Netbios [Bytes/s]	Velocidad de transferencia [Kbps]
Lunes 6/10/09	79100	9800	166,2	8400	839,7296
Martes 7/10/09	8500	7200	113,1	15900	264,9048
Miércoles 8/10/09	8100	16800	215,8	4700	324,9264
Jueves 9/10/09	61400	980	95,8	15900	529,4064
Viernes 10/10/09	8700	16400	446,2	17300	504,3696
Lunes 13/10/09	53900	5800	122,7	15500	479,5152
Martes 14/10/09	84000	1730	101,3	3700	795,4504
Miércoles 15/10/09	71000	17100	87,8	36600	705,5024
Jueves 16/10/09	81100	6400	93,1	116,7	700,7448
Viernes 17/10/09	74000	5900	83,9	13600	639,8712

Tabla 2.12 Aplicaciones de Acceso a Internet en Guayaquil

En conclusión, el lunes 6 de Octubre del 2009 es el día que más ancho de banda se ha consumido con 839,7296 Kbps; este valor no sobrepasa el contratado por Guayaquil que es de 1Mbps.

2.3.2.2.1 *Estimación de Tráfico de Acceso a Internet en 5 Años*

Al igual que en la Agencia Matriz Quito, se prevee un crecimiento del 5%; en la Tabla 2.13 se observa que para el 2015 no se necesitará un mayor ancho de banda de Acceso a Internet al provisto actualmente.

Velocidad de transferencia [Kbps]	Proyección 5 Años [Kbps]
839,7296	1071,73141
264,9048	338,093112
324,9264	414,697573
529,4064	675,671627
504,3696	643,717621
479,5152	611,996409
795,4504	1015,21868
705,5024	900,419705
700,7448	894,347668
639,8712	816,655815

Tabla 2.13 Estimación del tráfico de la Agencia Guayaquil a 5 Años

2.3.2.3. Estimación del Ancho de Banda Requerido para Datos

Actualmente la Agencia Guayaquil se tiene una capacidad de transmisión dentro de la LAN de 100 Mbps a través de tecnología *Fast Ethernet*. En el cálculo del promedio y pico de carga de red total (Tabla 1.9), el día lunes 6 de Octubre del 2009 fue el de mayor cantidad de carga en la red con 4,7 y 22 Mbits/s respectivamente; en conclusión la tecnología Fast Ethernet es suficiente para los datos que maneja la empresa, ya que soporta el pico más alto de la red, 22 Mbits/s, dato crítico que se tomará para el cálculo total del ancho de banda.

2.3.2.4. Estimación del Ancho de Banda Requerido para Voz

Basándose en los datos obtenidos de la Tabla 1.11, el día de mayor tráfico telefónico es el jueves 22 de Octubre del 2009, con 7,13 Erlangs.

Al igual que en la Agencia Matriz Quito se utiliza la calculadora de ancho de banda para VoIP, el resultado de la conversión se puede observar en la Figura 2.15

Bandwidth Calculator for VOIP	
SIMULTANEOUS CALLS: 18	PAYLOAD: 20 BYTES SAMPLING: 10 MS
CODEC: g.729a 8 Kbps	MOS: 4.14 MIPS: 13 DURATION: 20 MS
FRAMES PER PACKET: 2	L2 HEADER: 18 BYTES ATM CELLS: 0
L2 TECHNOLOGY: Ethernet 802.3	L3 HEADER: 40 BYTES
PROTOCOL: SIP	VPN HEADER: 0 TOTAL PAYLOAD: 78 BYTES
VPN: NONE	BANDWIDTH (ONE CALL): 31.2 Kbps
PROT. OVERHEAD: 5 %	BANDWIDTH (ALL CALLS): 561.6 Kbps
<input type="checkbox"/> Compressed RTP	BANDWIDTH WITH OVERHEAD: 589.68 Kbps

Fig. 2.15 Calculadora de Erlangs y Ancho de Banda en VoIP para Guayaquil

El ancho de banda necesario para el tráfico de voz es de 589,68 Kbps. Ya que el CODEC a utilizarse tiene VAD, puede reducir los requerimiento de ancho de banda hasta un 50%; por lo tanto el ancho de banda requerido para VoIP es de 294,84 Kbps que representa la mitad del valor obtenido mediante la

calculadora. En la Figura 2.16 se presenta la topología que seguirá el diseño de telefonía IP.

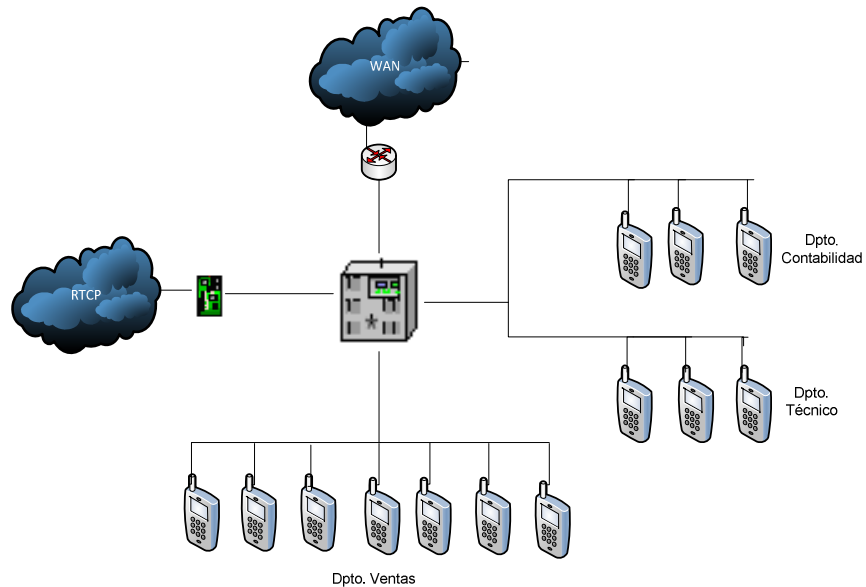


Fig. 2.16 Topología Física de Teléfonos Agencia Sharp en Guayaquil

2.3.2.5. Estimación del Ancho de Banda Requerido para Video Vigilancia sobre IP

En la Agencia Guayaquil, según las características mínimas de las cámaras IP, se prevee instalar 5 cámaras de video vigilancia. En la Tabla 2.14 se muestra el tipo de cámara, el diámetro del lente y del sensor CCD para cada cámara, la distancia al campo de vista y el ángulo de cobertura.

DEPARTAMENTO	CÁMARA	DISTANCIA	DISTANCIA HORIZONTAL	CCD	DIÁMETRO LENTE	ÁNGULO COBERTURA
Dpto. Contabilidad	CÁMARA 1	2,3m	2,6m	1/3"	4,2mm	85°
Dpto. Ventas	CÁMARA 2	1,5m	1,5m	1/4"	3,6mm	79°
	CÁMARA 3	2,3m	2,7m	1/3"	4mm	88°
	CÁMARA 4	3,3m	4,4m	1/3"	3,5mm	94°
Dpto. Técnico	CÁMARA 5	1,8m	2,8m	1/3"	3mm	101°

Tabla 2.14 Características de cada cámara para Agencia Guayaquil

Se estima que en la Agencia de Guayaquil son necesarias 5 cámaras y como se determinó en la sección 2.3.1.5 cada cámara ocupa 670,72 Kbps, por lo tanto, el ancho de banda total será de 3,35 Mbps.

En las Figuras 2.17 y 2.18 se muestran los planos de cada Departamento, con la ubicación física de cada una de las cámaras y su ángulo de cobertura horizontal.

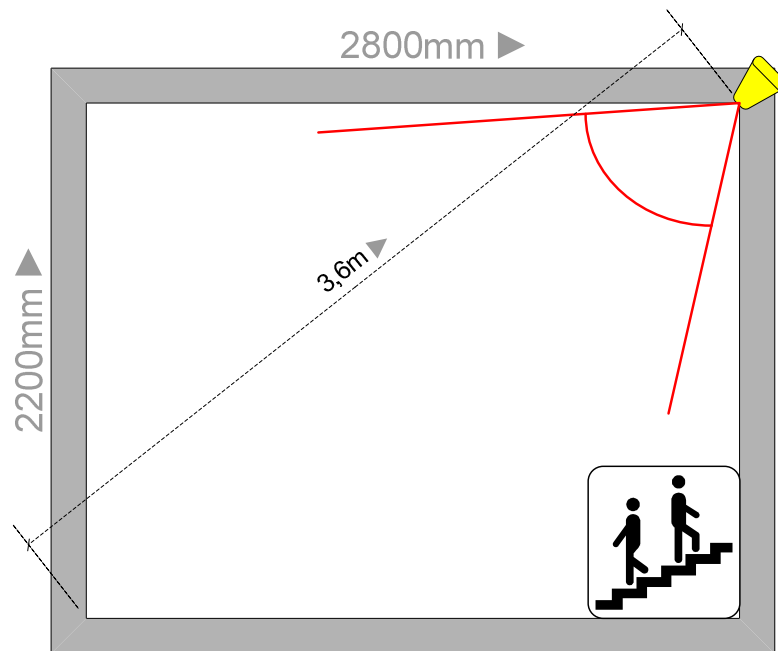


Fig. 2.17 Ubicación física y ángulo de cobertura de las cámaras IP en el Dpto. Técnico en la Agencia Guayaquil

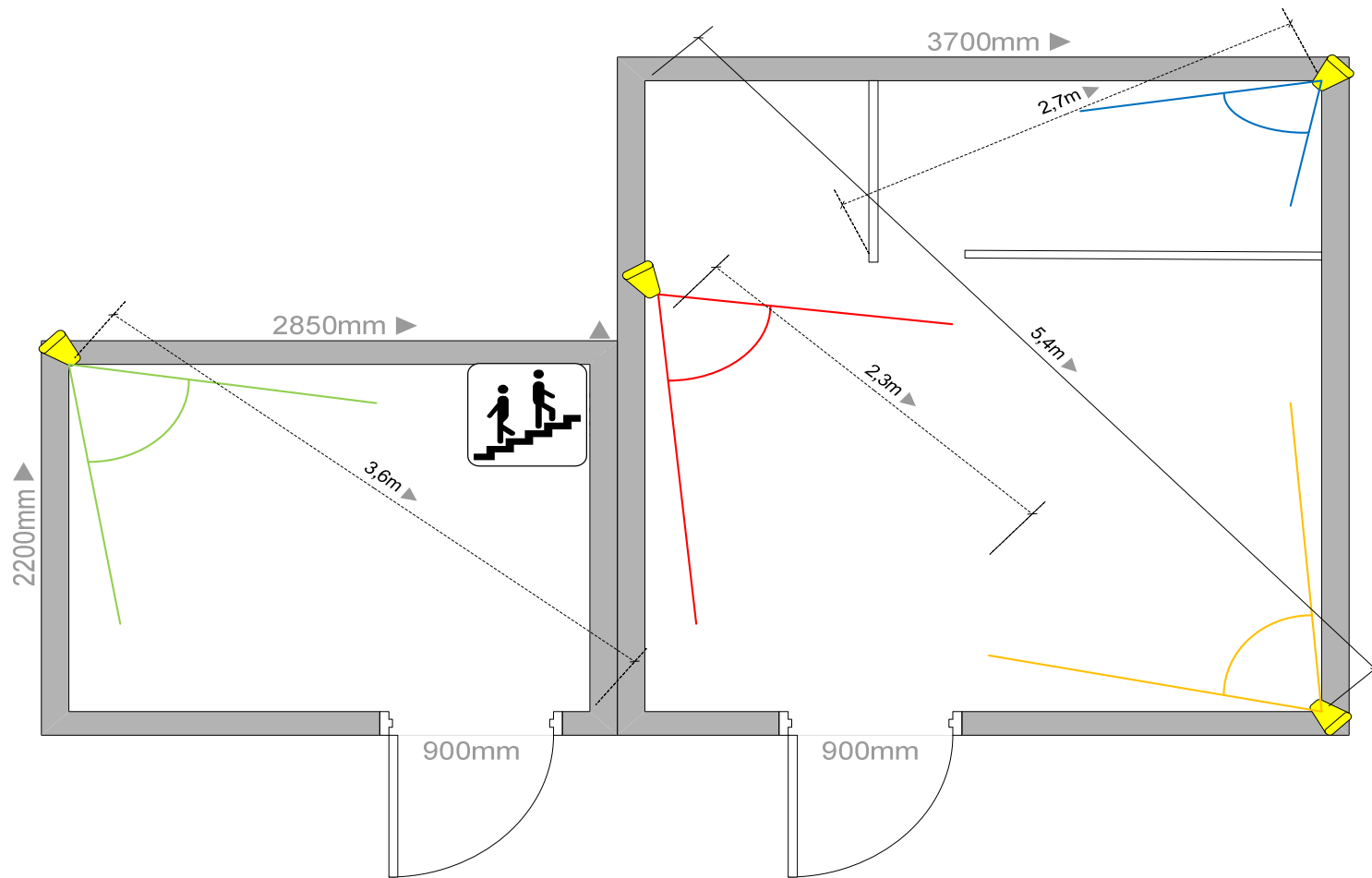


Fig. 2.18 Ubicación física y ángulo de cobertura de las cámaras IP en el Dpto. de Ventas y Contabilidad en la Agencia Guayaquil

2.3.2.6. Estimación del Ancho de Banda Total para la Agencia Guayaquil

En la Tabla 2.15 se presenta el ancho de banda requerido para las aplicaciones de: Datos, Voz, Video Vigilancia de manera simultánea.

Aplicación	Ancho de Banda Total [Mbps]			Total
	Datos	Voz	Video Vigilancia	
Agencia Guayaquil	22	0,29484	3,35	25,65

Tabla 2.15 Estimación del Ancho de Banda Total para la Agencia Guayaquil

2.3.2.6.1 Estimación de Tráfico Total a 5 Años

Considerando una proyección de crecimiento del 5%, con los datos de la Tabla 2.15, se tiene:

$$T_f = 25.65 \times (1+0.05)^5$$

$$T_f = 32.73 \text{ Mbps}$$

Para una mejor apreciación se presenta la Figura 2.19.

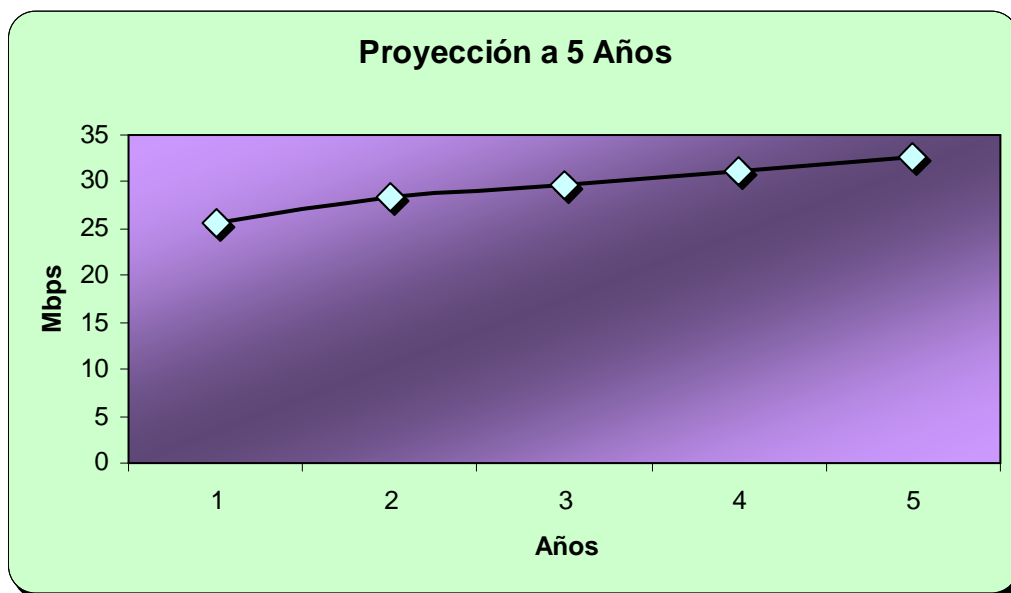


Fig. 2.19 Proyección a 5 Años del Ancho de Banda Total en la Agencia Guayaquil

2.3.2.7. Cableado Estructurado

El cableado de la Agencia Guayaquil cumple con las normas necesarias, ya que hace menos de un año de la fecha actual, fue completamente cambiado para la implementación del servidor Elastix, por lo tanto, para la Agencia Guayaquil, se utilizarán las mismas salidas de telecomunicaciones, y como el cableado estructurado prevee crecimiento, existen puntos de conexión para las cámaras IP que serán utilizados para los lugares necesarios de video vigilancia.

En las Figuras 2.20 y 2.21 se observa los planos de los diferentes departamentos de la Agencia Guayaquil con sus respectivas cámaras IP.

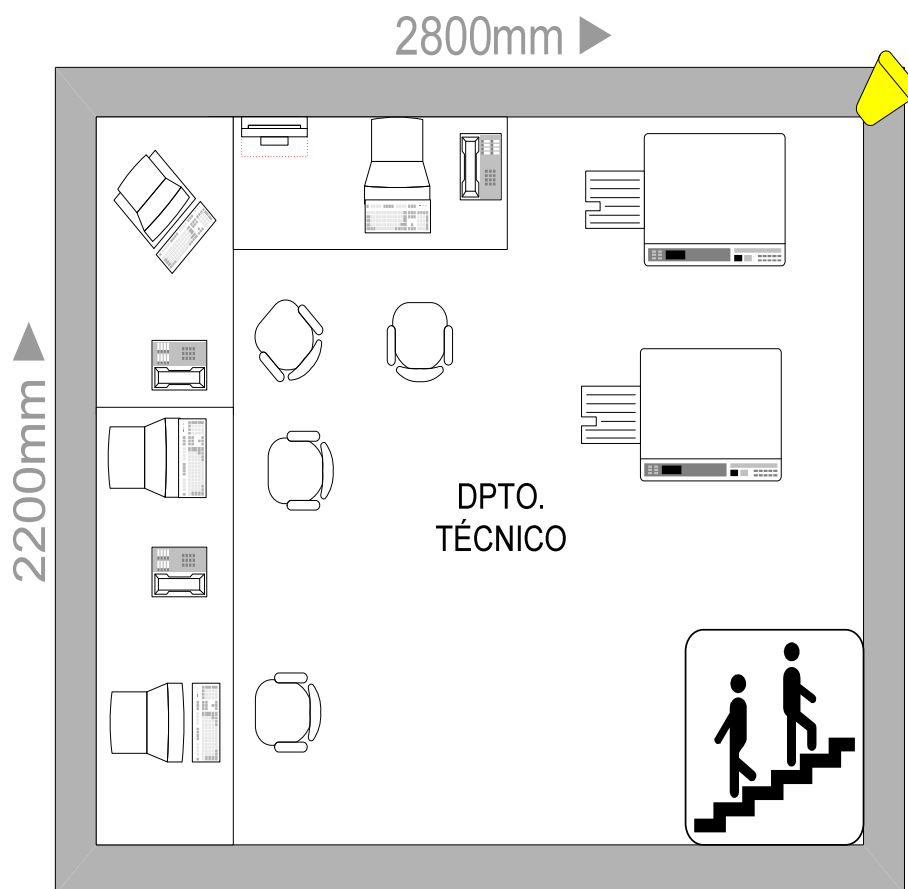


Fig. 2.20 Plano del Departamento Técnico en la Agencia Guayaquil

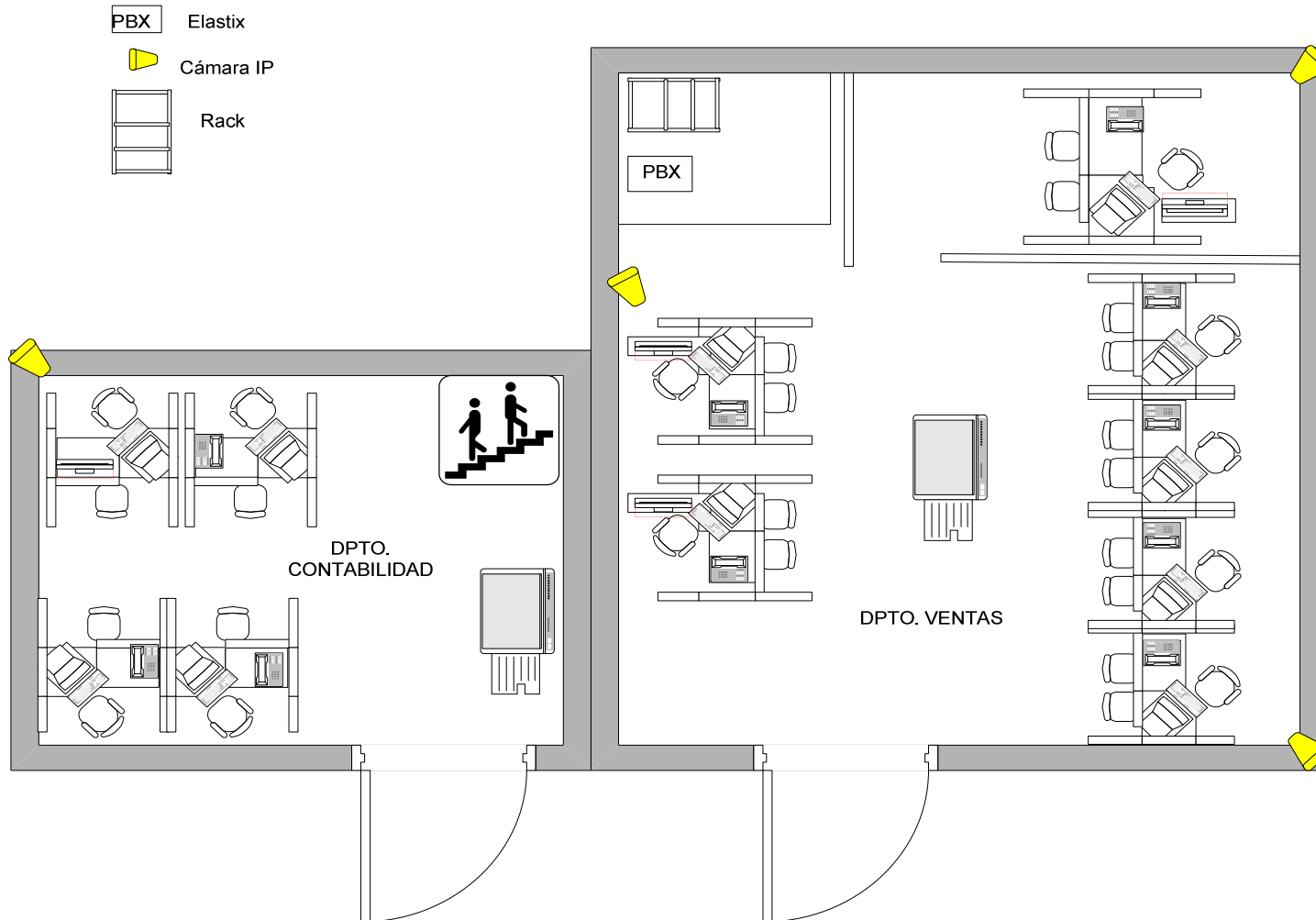


Fig. 2.21 Plano de los Departamentos de Ventas y Contabilidad en la Agencia Guayaquil

2.3.2.7.1 Red Activa

Para la Agencia Guayaquil se necesitaran 5 cámaras de video vigilancia y mediante la red WAN se accederá a los servidores de aplicaciones ubicados en Quito.

En la Figura 2.22 se observa el diagrama lógico de la red LAN en la Agencia Guayaquil.

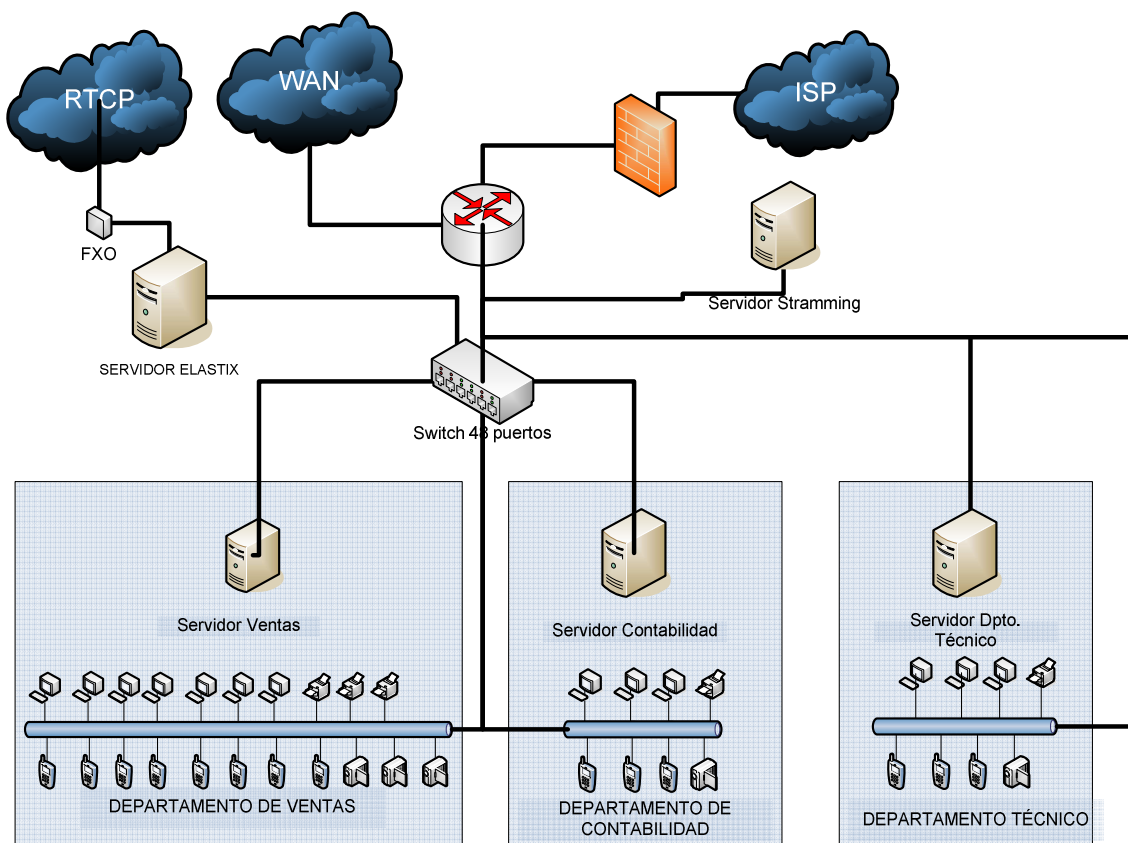


Fig. 2.22 Diagrama lógico del diseño de la red LAN de la Agencia Guayaquil.

2.3.3. REDISEÑO DE LA RED LAN EN LA AGENCIA CUENCA

2.3.3.1. Tráfico Generado en la Red

Utilizando el software Ntop obtenemos la Figura 2.23 podemos observar la actividad de la red en porcentaje de ocupación por horas simbolizadas por cuadros y en intervalos de ocupación, tales que: el color blanco representa el 0%, el celeste del 0 – 25%, el verde del 25 – 75% y el rojo una ocupación del

75 – 100%; se puede concluir que durante la primera hora existen 6 usuarios ocupando del 25 al 100% de la red, a partir de la segunda hora tenemos una disminución de un usuario, manteniéndose así en el transcurso del día, es decir que en la hora de mayor ocupación tenemos el 100% de simultaneidad. Al ser la Agencia Cuenca la más pequeña, todos sus empleados se encuentran en sus puestos de trabajo la mayor parte del tiempo, con excepción del Departamento Técnico, el cual se ausenta para realizar visitas técnicas.

Network Activity: All Hosts - Data Sent+Received

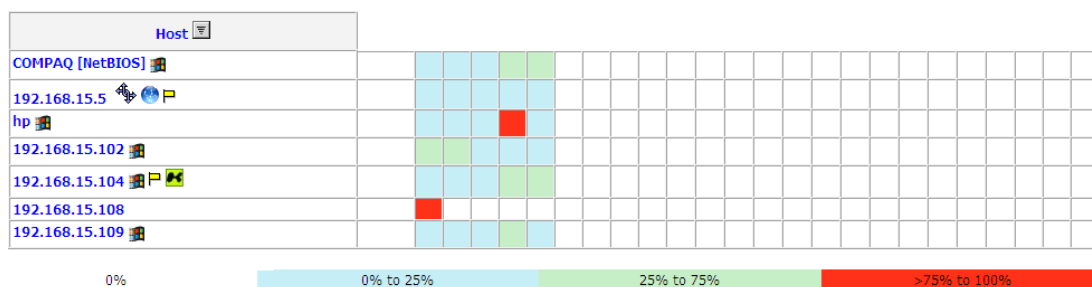


Fig. 2.23 Porcentaje de Ocupación de la red en Cuenca por cada Host

2.3.3.2. Acceso a Internet

En la Tabla 2.16 se han tabulado los datos correspondientes a las aplicaciones utilizadas por Sharp del Ecuador en la Agencia Cuenca.

	http [Bytes/s]	Mail [Bytes/s]	DNS [Bytes/s]	Netbios [Bytes/s]	Velocidad de transferencia [Kbps]
Lunes 3/08/09	20800	68,8	72,5	3900	198,7304
Martes 4/08/09	29000	313,4	83,1	5100	275,972
Miércoles 5/08/09	24200	714,9	104	6600	252,9512
Jueves 6/08/09	20800	466,8	59,3	4100	203,4088
Viernes 7/08/09	14000	120,6	48,9	3600	142,156
Lunes 10/08/09	41600	5,1	28	183,5	334,5328
Martes 11/08/09	11880	260,2	52,9	2800	119,9448
Miércoles 12/08/09	22700	224,8	58,9	3700	213,4696
Jueves 13/08/09	5200	701,1	10,3	8400	114,4912
Viernes 14/08/09	21600	386,4	44,4	3500	204,2464

Tabla 2.16 Aplicaciones de Acceso a Internet en Cuenca

En conclusión, el lunes 10 es el día que más ancho de banda se ha consumido con 334,53 Kbps, sin embargo este valor no sobrepasa el contratado por la Agencia que es de 512 Kbps.

2.3.3.2.1 *Estimación de Tráfico de Acceso a Internet en 5 Años*

En la Tabla 2.17 se observa que para el 2015, no se necesitará un mayor ancho de banda de Acceso a Internet al provisto actualmente.

Velocidad de transferencia [Kbps]	Proyección 5 Años [Kbps]
198,7304	253,635945
275,972	352,217975
252,9512	322,836953
203,4088	259,606901
142,156	181,431082
334,5328	426,958045
119,9448	153,083337
213,4696	272,447315
114,4912	146,123008
204,2464	260,675915

Tabla 2.17 Estimación del tráfico de la Agencia Cuenca a 5 Años

2.3.3.3. **Estimación del Ancho de Banda Requerido para Datos**

En las mediciones realizadas con anterioridad, se obtiene el cálculo del promedio y pico de carga de red tota (Tabla 1.13), es así, que el día de mayor cantidad de carga en la red con 199,6 y 894,4 Kbps respectivamente fue el jueves 6 de Agosto del 2009; en conclusión la tecnología Fast Ethernet que posee Sharp del Ecuador en Cuenca es suficiente para soportar los requerimientos de la sucursal.

2.3.3.4. Estimación del Ancho de Banda Requerido para Voz

Basándose en los datos obtenidos de la Tabla 1.15, el día de mayor tráfico telefónico es el martes 8 de Septiembre, con 0.42 Erlangs, considerando un GoS de 0.01 y utilizando la Tabla de Erlang B (Anexo B), se concluye que son necesarios 3 canales de voz en la Agencia de Sharp del Ecuador en Cuenca.

Al igual que en la Agencia Matriz Quito se propone la adopción de un sistema de telefonía 100% IP utilizando la central telefónica Elastix ubicada en Guayaquil; con el CODEC G.729a con VAD y con 20 milisegundos de tiempo de duración del paquete, se utiliza la misma calculadora de ancho de banda para VoIP en Quito, el resultado de la conversión se puede observar en la Figura 2.24.

Bandwidth Calculator for VOIP	
SIMULTANEOUS CALLS: 3	PAYLOAD: 20 BYTES SAMPLING: 10 MS
CODEC: g.729a 8 Kbps	MOS: 4.14 MIPS: ~13 DURATION: 20 MS
FRAMES PER PACKET: 2	L2 HEADER: 18 BYTES ATM CELLS: 0
L2 TECHNOLOGY: Ethernet 802.3	L3 HEADER: 40 BYTES
PROTOCOL: SIP	VPN HEADER: 0 TOTAL PAYLOAD: 78 BYTES
VPN: NONE	BANDWIDTH (ONE CALL): 31.2 Kbps
PROT. OVERHEAD: 5 %	BANDWIDTH (ALL CALLS): 93.6 Kbps
<input type="checkbox"/> Compressed RTP	BANDWIDTH WITH OVERHEAD: 98.28 Kbps

Fig. 2.24 Calculadora de Erlangs y Ancho de Banda en VoIP para Cuenca

El ancho de banda necesario para el tráfico de voz es de 98,28 Kbps. Ya que el CODEC a utilizarse tiene VAD, puede reducir los requerimiento de ancho de banda hasta un 50%; por lo tanto el ancho de banda requerido para VoIP es de 49.14 Kbps que representa la mitad del valor obtenido mediante la calculadora.

En la Figura 2.25 se presenta la topología que seguirá el diseño de VoIP.

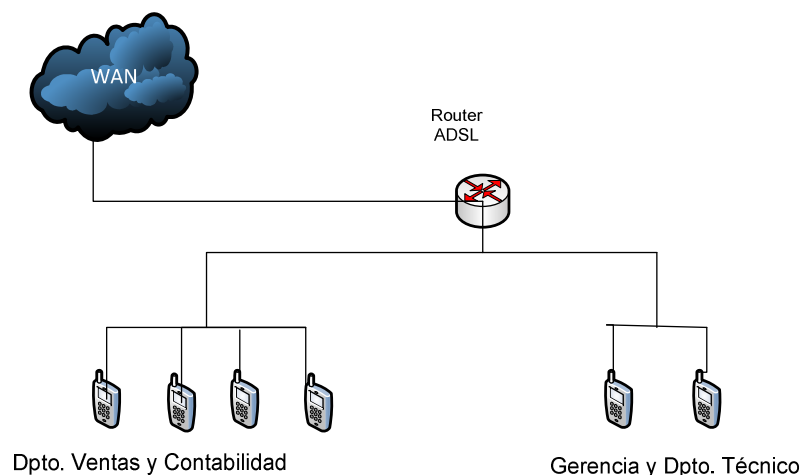


Fig. 2.25 Topología Física de Teléfonos Agencia Sharp en Cuenca

2.3.3.5. Estimación del Ancho de Banda Requerido para Video Vigilancia sobre IP

De acuerdo a las características mínimas que deben cumplir las cámaras en las diferentes áreas a ser vigiladas, se determinó que en la Agencia Cuenca se instalarán 3 cámaras de video vigilancia, con lo cual se logra captar todo el espacio físico de la oficina. En la Tabla 2.18 se muestra el tipo de cámara, el diámetro del lente y del sensor CCD para cada cámara, la distancia al campo de vista y el ángulo de cobertura.

DEPARTAMENTO	CÁMARA	DISTANCIA	DISTANCIA HORIZONTAL	CCD	DIÁMETRO LENTE	ÁNGULO COBERTURA
Dpto. Técnico	CÁMARA 1	2,8m	1,5m	1/4"	6mm	54°
Dpto. Contabilidad	CÁMARA 2	1,5m	1m	1/4"	5,5mm	58°
Dpto. Ventas	CÁMARA 3	2,8m	3,2m	1/3"	4,4mm	83°

Tabla 2.18 Características de cada cámara para Agencia Cuenca

En la Figura 2.26 se muestra el plano de la agencia Cuenca, con la ubicación física de cada una de las cámaras y su ángulo de cobertura horizontal.

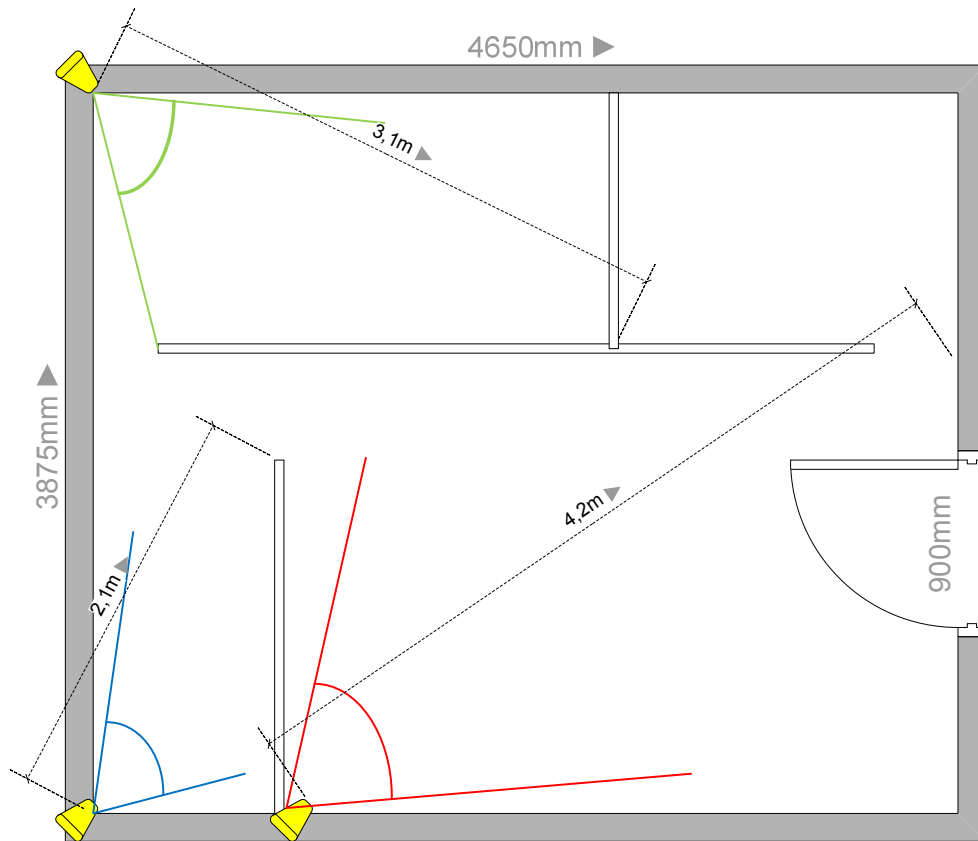


Fig. 2.26 Ubicación física y ángulo de cobertura de las cámaras IP en la Agencia Cuenca

Se determina que en la Agencia de Cuenca son necesarias 3 cámaras y como se determinó en la sección 2.3.1.5 cada cámara ocupa 670,72 Kbps, por lo tanto, el ancho de banda total será de 1,92 Mbps.

2.3.3.6. Estimación del Ancho de Banda Total para la Agencia Cuenca

En la Tabla 2.19 se presenta el ancho de banda requerido para las aplicaciones de: Datos, Voz, Video Vigilancia de manera simultánea.

Aplicación	Ancho de Banda Total [Mbps]			
	Datos	Voz	Video Vigilancia	Total
Agencia Cuenca	0.8944	0.04914	1,92	2.863

Tabla 2.19 Estimación del Ancho de Banda Total para la Agencia Cuenca

2.3.3.6.1 Estimación de Tráfico Total a 5 Años

Considerando una proyección de crecimiento del 5%, con los datos de la Tabla 2.19, se tiene:

$$T_f = 2.863 \times (1+0.05)^5$$

$$T_f = 3.654 \text{ Mbps}$$

Para una mejor apreciación se presenta la Figura 2.27

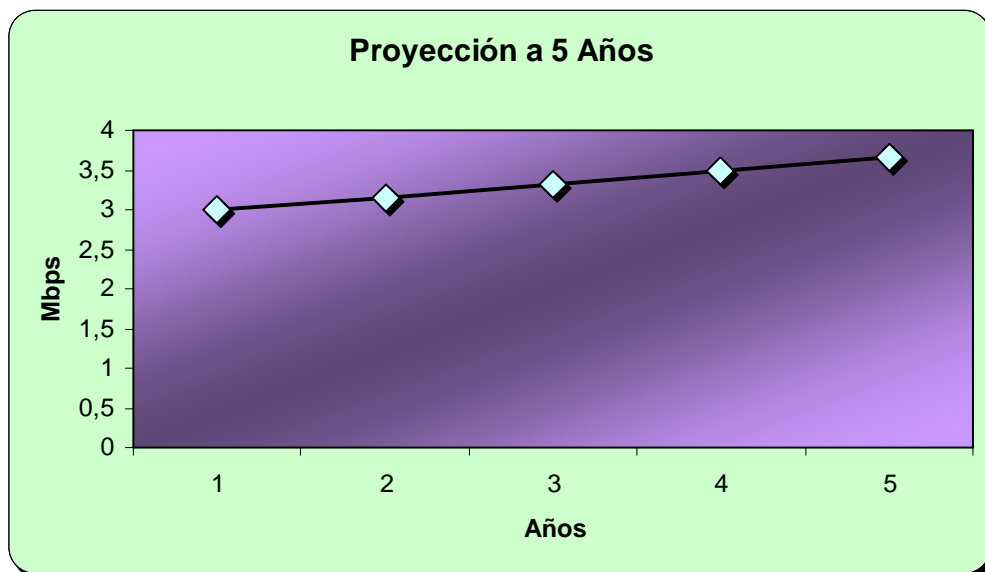


Fig. 2.27 Proyección a 5 Años del Ancho de Banda Total en la Agencia en Cuenca

2.3.3.7. Cableado Estructurado

En el estudio preliminar se conoció que el cableado de la Agencia en Cuenca no cumple con las normas necesarias, por lo tanto y al igual que en la Matriz,

se propondrá un nuevo tendido de cables con UTP categoría 6A, mejorar la situación del cuarto de telecomunicaciones y documentar todos los puntos de red con un correcto etiquetado. El cableado estructurado cumplirá con las mismas normas establecidas para la Agencia Matriz Quito.

El diseño de cableado estructurado en esta Agencia contemplará: Distribución Principal (cuarto de equipos), Cableado Horizontal y Estaciones de Trabajo.

2.3.3.7.1 Estaciones de Trabajo

2.3.3.7.1.1 Puntos de Red

En la Tabla 2.20 se muestra la distribución de puntos de red según la aplicación.

Departamento	Datos	Voz	Vídeo	Total
Dpto. Ventas	3	2	0	5
Dpto. Contabilidad	3	2	1	6
Dpto. Técnico	1	1	1	3
Gerencia General	1	1	1	3
Total	8	6	3	17

Tabla 2.20 Distribución de los Puntos de Telecomunicaciones en Cuenca

2.3.3.7.1.2 Salidas de Telecomunicaciones

En la Tabla 2.21 se muestra la distribución de salidas de telecomunicaciones previendo un 5% de crecimiento.

Departamento	Total	Crecimiento 5%	Total Salidas dobles de Telecomunicaciones
Dpto. Ventas	5	6.38	3
Dpto. Contabilidad	6	7.66	4
Dpto. Técnico	3	3.83	2
Gerencia General	3	3.83	2
Total	17	21.7	11

Tabla 2.21 Distribución de Salidas de Telecomunicaciones en Cuenca

En la Figura 2.28 se observa el plano de los diferentes departamentos de la Agencia Cuenca con sus respectivas salidas de telecomunicaciones.

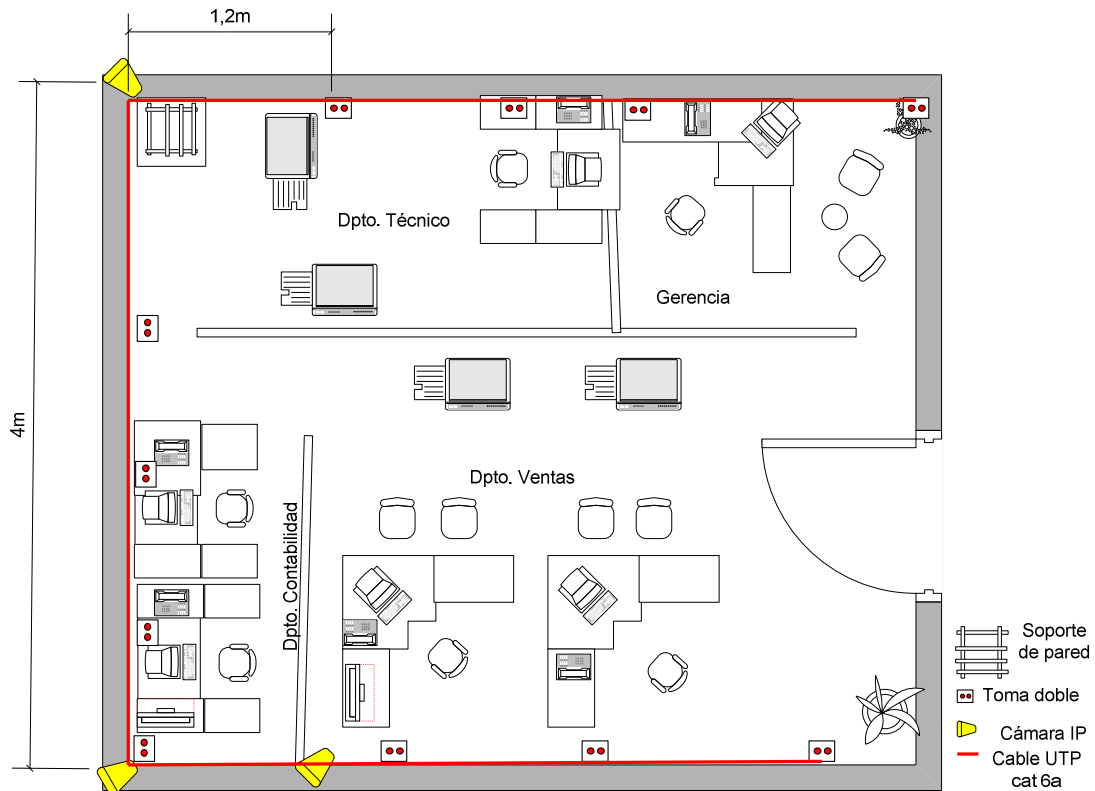


Fig. 2.28 Ubicación de salidas de telecomunicaciones en la Agencia Cuenca

2.3.3.7.2 Cuarto de Equipos

Para una mejor distribución del cableado en la Agencia Cuenca se reacondicionará el Armario de Telecomunicaciones, con las mismas especificaciones que en Quito, adicionalmente se consideran los siguientes elementos:

El Armario de Telecomunicaciones contará con un soporte de pared donde se ubicará el switch que se conectará al router para el acceso al Internet, se instalará 1 regleta multitoma de seis salidas eléctricas; cada salida eléctrica funcionará a 110 V y 15 A.

2.3.3.8. Cableado Horizontal

El cableado horizontal será de UTP categoría 6A y permitirá un soporte ideal para la telefonía IP. Se mejorará y completará la red de tal manera que cumpla en su totalidad con las normas especificadas para cableado horizontal descritas en la sección 2.3.1.8.

2.3.3.8.1 Cálculo del número de corridas y el número de rollos

Con la ayuda de los planos arquitectónicos de la Agencia en Cuenca, se puede evaluar los datos de las distancias mínimas y máximas que servirán para el cálculo del número de corridas y el número de rollos necesarios para el cableado horizontal.

- Distancia al punto más cercano [dpto cercano] = 1.2 m
- Distancia al punto más lejano [dpto lejano] = 8 m
- Distancia promedio [dp]:

$$dp = \frac{dpto\ cecano + dpto\ lejano}{2}$$

$$dp = 4.6m$$

Adición del 10% de holgura [dp_1] y 2.5 m de terminación [dp_2]:

$$dp_1 = 4.6 \times 1.1$$

$$dp_1 = 5.06m$$

$$dp_2 = dp_1 + 2.5$$

$$dp_2 = 7.56m$$

Cálculo del número de corridas:

$$\text{Número de corridas} = \frac{305 \text{ m}}{dp_2}$$

$$\text{Número de corridas} = 40.35$$

Cálculo del número de rollos:

$$\text{Número de rollos} = \frac{\text{Número de Puntos}}{\text{Número de corridas}}$$

$$\text{Número de rollos} = \frac{11}{40}$$

$$\text{Número de rollos} = 0.275$$

2.3.3.9. Sistema de Distribución

Al igual que en Quito, en la Agencia en Cuenca la distribución del cableado horizontal, se lo realizará mediante canaleta decorativa color marfil marca DEXSON, con sus respectivos accesorios tales como: ángulos internos, externos, uniones, terminaciones, etc.

En base a los planos del Anexo D, se midieron las longitudes de cada tipo de canaleta a utilizarse. En la Tabla 2.22 se muestran los resultados de las mediciones para las diferentes canaletas.

Agencia Cuenca	CANALETAS					
	20x12	40x25		60x40		
	[m]	Número [2m]	[m]	Número [2m]	[m]	Número [2m]
Dpto. Ventas y Contabilidad	6.14	3	4	2	4	2
Dpto. Técnico y Gerencia General	7.28	4	4,9	3	0	0
Total	13.42	7	8.9	5	4	2

Tabla 2.22 Dimensiones de canaletas DEXSON para la Agencia Cuenca

2.3.3.10. Total de Material Necesario para la Agencia Cuenca

En la Tabla 2.23 se muestra la lista de materiales que la Agencia necesita para un correcto cableado estructurado.

Elemento	Dpto. Ventas y Contabilidad	Dpto. Técnico y Gerencia	Total
Patch cord 3 pies	14	8	22
Patch cord 7 pies	10	5	15
Cable UTP cat. 6A (305m)	-	-	1
Conector RJ-45 cat 6	14	8	22
Rack de 1.8 metros	-	1	1
Patch panel 24 puertos	1	0	1
Face plate dobles	7	4	11
Canaleta 20x12	3	4	7
Canaleta 40x25	2	3	5
Canaleta 60x40	2	0	2
Accesorios de canalización	-	-	-

Tabla 2.23 Resumen de materiales necesarios para el cableado estructurado en Cuenca

2.3.3.11. Red Activa

Para los switches, teléfonos IP y cámaras, en la Agencia Cuenca son las mismas especificaciones técnicas de los dispositivos descritos para la Matriz Quito. En cuanto a los servidores de aplicaciones, mediante la red WAN se accederán a estos.

Para la Agencia Cuenca se necesitarán:

- 6 teléfonos IP.
- 3 cámaras de video vigilancia.
- 1 switch de 24 puertos.

En la Figura 2.29 se observa el diagrama lógico propuesto para mejorar la red LAN en la Agencia Cuenca.

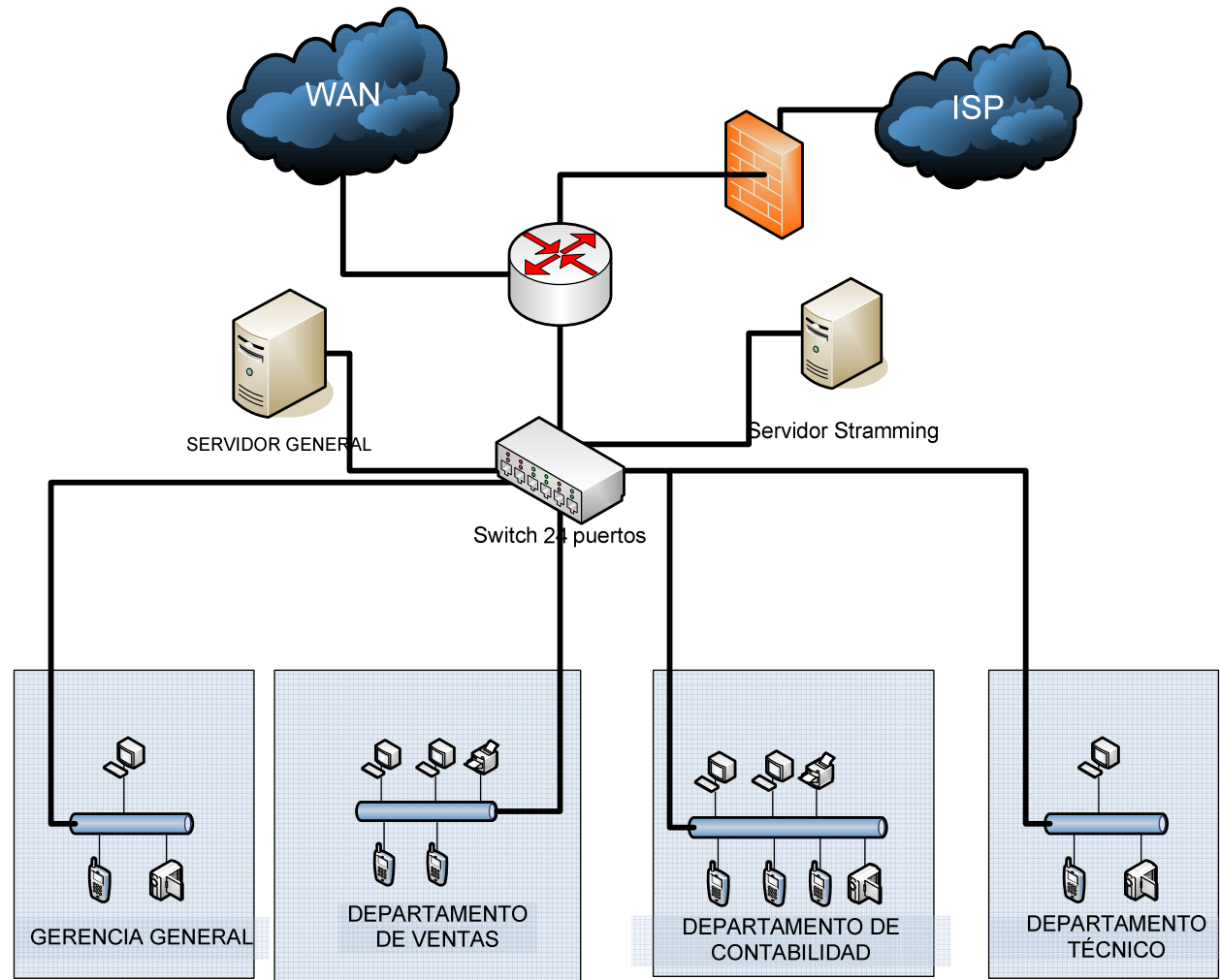


Fig. 2.29 Diagrama lógico del diseño de la red LAN de la Agencia Cuenca.

2.4 DISEÑO DE LA RED WAN PARA SHARP DEL ECUADOR

El objetivo de un diseño alternativo para Sharp del Ecuador, debe permitir el acceso a todos los sistemas de información que se proporcionan desde los servicios centrales de la Agencia Matriz Quito, con cada una de las Agencias en Guayaquil y Cuenca, sobre un mismo enlace que interconecte las agencias, con una aceptable calidad de servicio.

En el primer capítulo se realizó el estudio de las tecnologías que se pueden utilizar para la integración de voz, datos y video; considerando el manejo de las aplicaciones en tiempo real, los requerimientos del usuario, la ubicación física de los lugares a comunicar y las facilidades tecnológicas que se pueden presentar como solución, se seleccionará la tecnología de comunicación a nivel WAN a ser utilizada y sobre esta infraestructura se realiza las recomendaciones para poder tener una red convergente.

En la Figura 2.30 se observa un flujograma con los pasos para el diseño de la red WAN para Sharp del Ecuador.

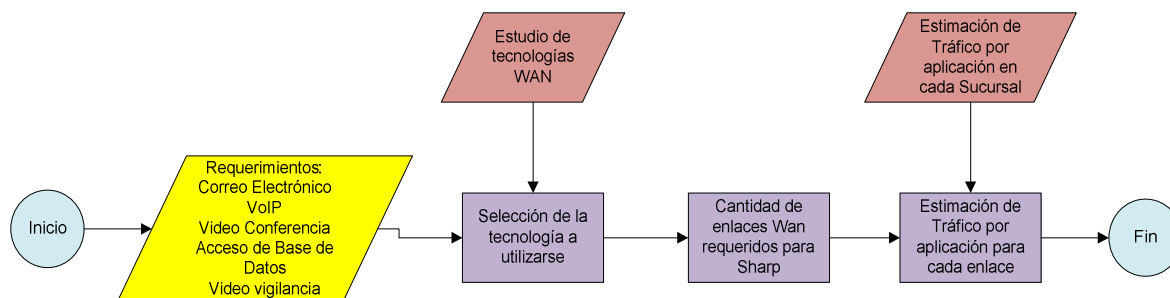


Fig. 2.30 Flujograma para el diseño de la red WAN

2.4.1. REQUERIMIENTOS

Sharp del Ecuador es una empresa que cuenta con su matriz en Quito y sucursales en Guayaquil y Cuenca cada una de estas sedes funcionan independientemente por lo tanto es de primordial importancia para la empresa

agrupar las redes dispersas en sistemas que permitan una fácil administración, acceso inmediato a la información de cualquier red perteneciente al sistema; y la implementación de nuevos servicios. Por lo tanto es necesario contar con un sistema completo de comunicación, que comprende contar con servicios tales como:

- Correo electrónico
- Internet
- Telefonía IP
- Video Conferencia
- Video vigilancia

En el caso de las comunicaciones telefónicas, es primordial que exista comunicación entre las diferentes agencias hacia la matriz en Quito, así como entre sucursales.

La solución debe contemplar el manejo en todas las sucursales de las facilidades que presta la central telefónica Elastix existente en Guayaquil.

Adicionalmente se requiere disponer de un sistema de video conferencia entre las sucursales y la matriz ubicada en Quito; sistema que será utilizado aproximadamente una vez cada dos semanas, con una duración de entre dos y tres horas; sin embargo, éste será solamente el uso inicial. Dado que el sistema de video conferencia será utilizado para los procesos administrativos de la empresa, se requiere que las sesiones sean grabadas, para en determinados momentos tener respaldo de lo actuado, independiente de las actas de reunión que son utilizadas en las mismas.

2.4.2. RED CON TECNOLOGÍA CLEAR CHANNEL

De acuerdo al estudio de las tecnologías WAN realizadas en el capítulo 1, se puede concluir que Clear Channel con una velocidad que oscila su valor entre los 64 kbps hasta los 2 Mbps y que permite la interconexión a través de canales dedicados transparentes entre 2 puntos separados geográficamente, es la más adecuada para el soporte de los requerimientos de Sharp del Ecuador, ya que además esta tecnología tiene un alto grado de penetración en el país para brindar servicios corporativos.

Con este tipo de servicio Sharp del Ecuador podrá disponer del ancho de banda contratado, para cualquier aplicación, libre de protocolos, retardos y empaquetamientos.

Para la red de Sharp del Ecuador, todos los puntos remotos accederían a la matriz, a través de una interfaz WAN, es decir que, necesitará una línea física por cada punto remoto a ser conectado.

Según la estructura organizacional toda la información más relevante se genera en la matriz, lo que nos obliga a realizar un diseño centralizado de los recursos de la red. De manera que se concluye que la topología a ser utilizada será tipo estrella; donde la matriz es el punto central y todos los sitios remotos se deberán conectar mediante una línea física.

En la Figura 2.31 se muestra el diagrama de conexión de la matriz con los sitios remotos; la tecnología Clear Channel mediante un sistema de multiplexación denominado TDM1, conecta a todos los puntos de la red con el centro de la misma.

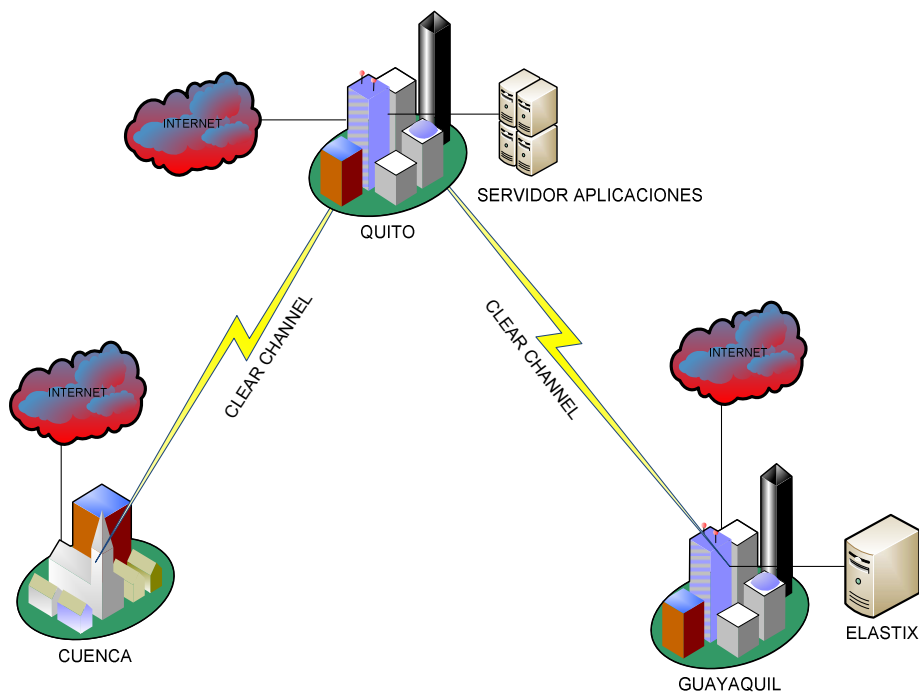


Fig. 2.31 Diagrama de conexión con tecnología Clear Channel

2.4.2.1. Acceso a Internet

Para el Acceso a Internet de Sharp del Ecuador, existen dos maneras principales en las que este tráfico puede transportarse, cada LAN puede tener una conexión a su ISP local o puede haber una conexión única desde uno de los *routers* núcleo a un ISP.

La ventaja del primero es que el tráfico se transporta por Internet en lugar de por la red de la empresa, que probablemente lleve a enlaces WAN más pequeños; consecuentemente su desventaja, es que toda la WAN de la empresa está abierta a ataques basados en Internet, siendo también difícil controlar y asegurar los puntos de conexión. Con una conexión única es más fácil controlar y asegurar un solo punto de conexión, aunque la WAN de la empresa tenga que transportar parte del tráfico que de otro modo se habría transportado en Internet.

Si el Acceso a Internet se lo hace mediante una conexión única desde el router en Quito con un ISP local, todas las Agencias accederían a través de éste al

Internet, por lo tanto, la línea contratada deberá soportar el acceso unificado de todas las sucursales; para poder calcular el valor de los enlaces, se deben sumar las predicciones de Acceso a Internet de cada una de las Agencias, dando como resultado una capacidad de enlace muy elevado, que por motivos económicos, no es viable para la empresa.

La mejor solución para Sharp del Ecuador, al contar con un tráfico externo considerable, es el Acceso a Internet de manera local, lo que implica, como se vió anteriormente, enlaces WAN más pequeños, pero con vulnerabilidades a ataques de Internet y para corregir esta desventaja, se propone un Firewall.

2.4.2.1.1 *Firewall*

[⁵⁹] Un firewall es un dispositivo de seguridad entre la de red interna de la empresa y el Internet, el cual determina los servicios de red que pueden ser accedidos dentro de ésta por los que están fuera, es decir quien puede entrar para utilizar los recursos de red pertenecientes a la empresa. Para que un firewall sea efectivo, todo tráfico de información a través del Internet deberá pasar a través del mismo donde podrá ser inspeccionada la información.

Un firewall de filtrado de paquetes consta de una lista de reglas de aceptación y denegación, que definen explícitamente los paquetes que se permiten pasar y los que no a través de la interfaz de red. Las reglas del firewall usan los campos del encabezado del paquete para decidir si enrutar un paquete hacia su destino, eliminar el paquete o bloquear un paquete y devolver una condición de error a la computadora emisora. Estas reglas se basan en direcciones IP, Protocolos o Aplicaciones.

El filtrado de tráfico entrante y el filtrado de tráfico saliente pueden tener reglas completamente diferentes. Las listas de acceso que definen lo que puede entrar y lo que puede salir se llaman cadenas, ya que, se compara un paquete

⁵⁹ <http://www.telypc.com/video.html>

con cada regla de la lista, una a una, hasta que se encuentre una coincidencia o la lista se termine.

En la Figura 2.32 se puede observar como funciona un firewall.

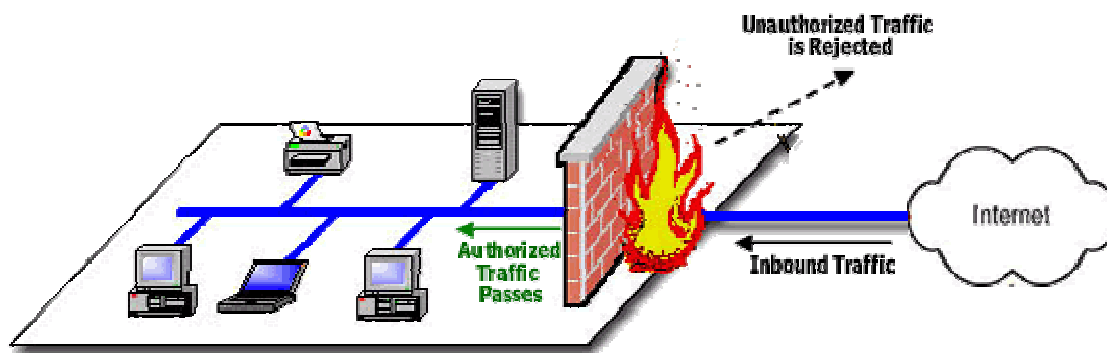


Fig. 2.32 Función de un Firewall

2.4.2.2. Servidor de Aplicaciones

Los servidores deben estar ubicados lo más cerca posible de los sitios que los utilizarán más frecuentemente, ya que reducirá la capacidad de los enlaces requeridos.

De acuerdo a los estudios previamente realizados, los servidores de aplicaciones, estarán ubicados en la Agencia Matriz Quito, mientras que el servidor Elastix, permanecerá en Guayaquil.

2.4.2.2.1 Servidor de Correo Electrónico

Se propone realizar un servidor de correo electrónico de la empresa, ya que, los correos y archivos al transitar dentro de la intranet de la empresa evita conexiones hacia el proveedor de Internet y uso de ancho de banda innecesario, además garantiza mayor confidencialidad en la información adjunta de correos que viajan por la red.

El servidor Elastix, incluye un servidor de correo que permite el envío y recepción de correos de los dominios de la empresa. La configuración y características del Servidor Elastix se muestran en el Anexo F.

Con la configuración de correo se establecen protocolos tanto para el transporte de correo como de acceso de correo.

2.4.2.2.1.1. Protocolos de transporte de correo electrónico

La entrega de correo electrónico desde una aplicación cliente a un servidor, y desde un servidor origen al servidor destino es manejada por el Protocolo Simple de Transferencia de Correo SMTP. El objetivo principal de este protocolo es transmitir correo electrónico entre servidores de correo. Para poder enviar correo, el cliente envía el mensaje a un servidor de correo saliente, el cual luego contacta al servidor de correo de destino para la entrega.

2.4.2.2.1.2. Protocolos de acceso a correo electrónico

Hay dos protocolos principales usados para recuperar correo desde los servidores: el Post Office Protocol (POP) y el Internet Message Access Protocol (IMAP); el protocolo utilizado por el servidor Elastix es el POP. Estos protocolos requieren autenticación de los clientes usando un nombre de usuario y una contraseña.

En la Figura 2.33 se puede observar el acceso de clientes al servidor de correo.



Fig. 2.33 Diagrama de conexión de clientes al Servidor de Correo

En la descripción del tráfico se pudo observar que existen 25 cuentas de correo electrónico, con el dominio de la empresa, el cual está alojado en un *hosting* del ISP que presta servicios en la ciudad de Quito. Sharp del Ecuador, prevé asignar una cuenta de correo electrónico para cada empleado de las áreas administrativa y técnica, por lo tanto, se asignarán 40 cuentas de correo.

A través del enlace WAN Quito - Cuenca y Quito - Guayaquil cursará todos los correos electrónicos generados dentro de la empresa, hacia el servidor Elastix ubicado en Guayaquil; de acuerdo al estudio de Acceso a Internet realizado previamente, se pudo obtener los datos de tráfico generado en la red por aplicación, es decir, para correo electrónico, el pico más alto en la Agencia Cuenca es de 714,9 Bytes/s, mientras que en la Agencia Matriz Quito es de 17,3 Kbps.

Por lo tanto:

Enlace Quito – Cuenca

$$AB \text{ correo electrónico} = 714,9 \text{ Bytes/s} \times 8$$

$$AB \text{ correo electrónico} = 5,72 \text{ Kbps}$$

Enlace Quito - Guayaquil

$$AB \text{ correo electrónico} = (17,3 \text{ KBytes} / s \times 8) + 5,72$$

$$AB \text{ correo electrónico} = 138,4 + 5,72$$

$$AB \text{ correo electrónico} = 144,12 \text{ Kbps}$$

2.4.2.3. Video Vigilancia

La red WAN de la empresa requiere tener la capacidad suficiente para poder transmitir el video captado por las cámaras IP; en Sharp del Ecuador tenemos 16 cámaras distribuidas en las tres sucursales. Si la grabación se hace localmente en cada agencia el consumo total es de 2 a 4 Mbps en la LAN y de 4 a 8 Mbps en la WAN. Estos valores son extremadamente caros para un enlace punto a punto, ante esto, se requieren tácticas que reduzcan la capacidad. Una opción es limitar la video vigilancia a evidencias forenses, como, por ejemplo, la monitorización o transmisión no activa, que implica revisar el vídeo grabado sólo después de que ocurra un incidente. Otra alternativa, consiste en reducir la resolución y la tasa de tramas del vídeo a transmitir sobre la WAN, lo que dificulta la detección de las violaciones de seguridad.

La tecnología de streaming se utiliza para aligerar la descarga y ejecución de audio y vídeo en la web, ya que permite escuchar y visualizar los archivos mientras se están descargando.

2.4.2.3.1 Servidores de Streaming

[⁶⁰] Un servidor de streaming recibe la señal del cliente, éste empieza a mandar el fichero, el cliente recibe el fichero y construye un buffer donde empieza a guardar la información. Cuando se ha llenado el buffer con una pequeña parte del archivo, el cliente lo empieza a mostrar y a la vez continúa con la descarga. El sistema está sincronizado para que el archivo se pueda ver mientras que el

⁶⁰ <http://www.telypc.com/video.html>

archivo se descarga, de modo que cuando el archivo acaba de descargarse el fichero también ha acabado de visualizarse.

Cualquier servidor normal puede mandar la información y es el cliente el que se encarga de procesarla para poder mostrarla a medida que la va recibiendo. Sin embargo, existen servidores especiales preparados para transmitir streaming.

En conclusión, con el servidor streaming y el software utilizado para la administración de las cámaras, el cual proporcionará funciones de grabación, se puede tener una visualización óptima sin requerir mayor ancho de banda

Ya que en Sharp del Ecuador las personas autorizadas para poder realizar revisiones de video vigilancia remotamente son pocas; la utilización de estas dos herramientas es suficiente para poder estimar el uso del ancho de banda, a una tasa de 256 Kbps garantizando que los datos de la empresa no se vean comprometidos.

Por lo tanto para los enlaces Quito – Cuenca y Quito – Guayaquil, se tiene:

$$AB \text{ video vigilancia} = 256 \text{ Kbps}$$

2.4.2.3.2 *Software Administrador de Cámaras*

El mercado ofrece gran diversidad de aplicaciones de software que permiten la administración de cámaras, ofrecen interfaces amigables y son soportados por diversos sistemas operativos. Sin embargo, para la aplicación dentro del presente proyecto se tomará en cuenta el software que incluyan las cámaras IP a utilizarse tomado en cuenta el grado de escalabilidad que posee el software, con la finalidad de permitir expansiones futuras en el sistema propuesto.

En la Figura 2.34 se observa la topología para la Video Vigilancia de la red WAN para Sharp del Ecuador.

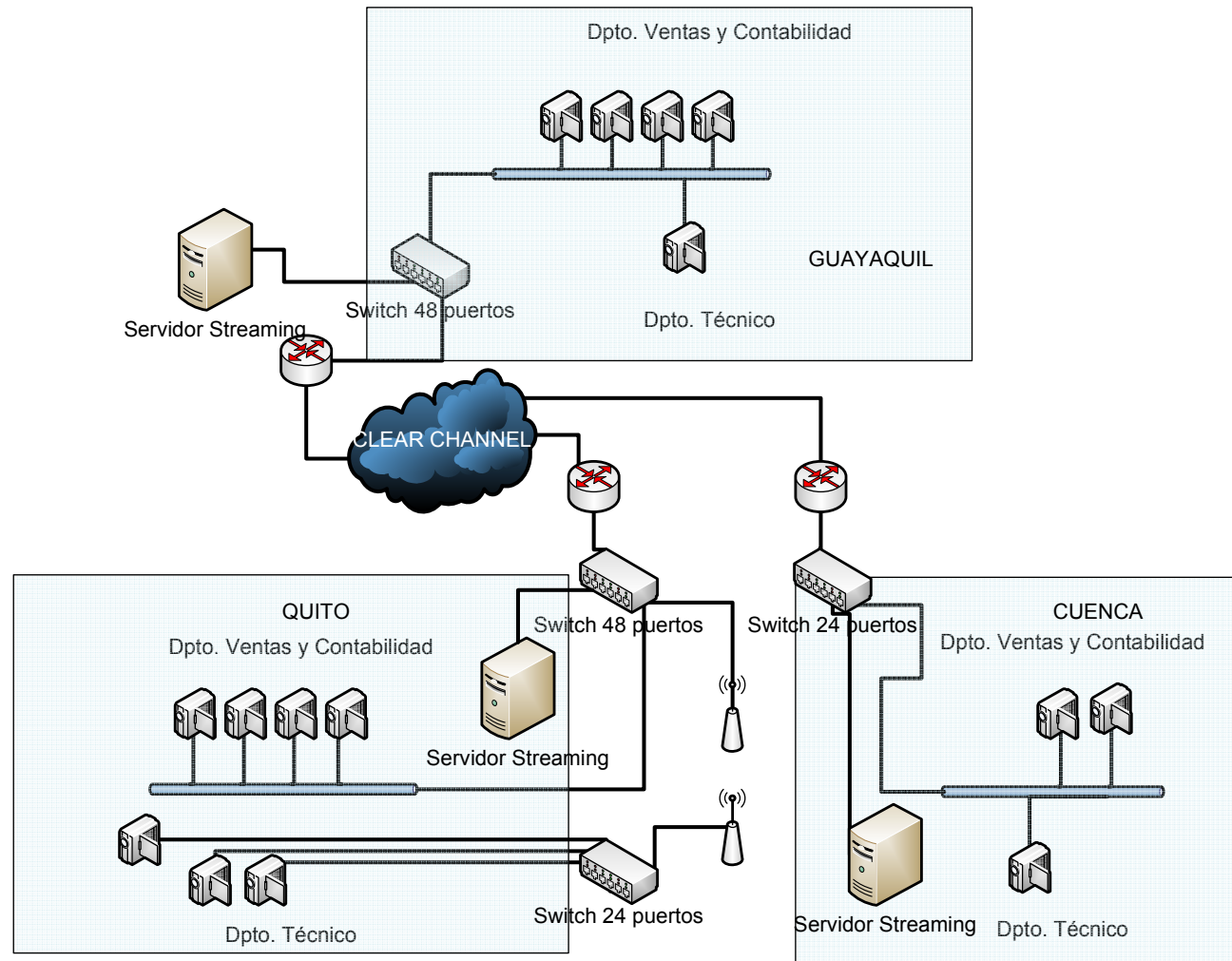


Fig. 2.34 Diagrama lógico del diseño de Video Vigilancia de la red de Sharp del Ecuador

2.4.2.4. Videoconferencia

La videoconferencia es una tecnología que proporciona un sistema de comunicación bidireccional de audio, video y datos, permite mantener una comunicación simultánea e interactiva en tiempo real.

El principio básico de los sistemas de videoconferencia es la transmisión y recepción digital, los datos se comprimen en el equipo de origen, viajan comprimidos a través del circuito de comunicación y se descomprimen en el destino; por lo tanto la calidad de las imágenes que se perciben está en función del nivel de compresión y de la capacidad de transmisión de datos.

Existen dos alternativas para brindar el servicio de video conferencia en la empresa:

La primera consiste en utilizar el servidor Elastix ubicado en Guayaquil, el cual admite realizar video llamadas, es decir videoconferencia uno a uno, es ideal para oficinas remotas. Esta es una tarea fácil debido a que Elastix tiene los codecs de video incluidos, tan solo se tiene que realizar configuraciones básicas del SIP para conseguir el funcionamiento de video llamadas. Esta solución permite participar de una conferencia de manera rápida, efectiva y a bajo costo, de acuerdo a los requerimientos de la empresa. En la Figura 2.35 se muestra la pantalla de video llamada utilizando Elastix.



Fig. 2.35 Pantalla para la Video llamada utilizando Elastix

La segunda alternativa consiste en una solución comercial, es decir software y hardware de un fabricante, que cubra las necesidades de Sharp del Ecuador y permita tener un sistema actualizable en cuanto a estándares y sobre el cual se puede pedir soporte. En el mercado se hallan empresas dedicadas a la distribución de equipos de video conferencia, se verán algunas marcas que cumplen con las expectativas de la empresa.

2.4.2.4.1 PCS-G50

[⁶¹] De los equipos Sony, este modelo permite tener transferencia de video sobre redes IP con alta resolución de video; internamente cuenta con MCU, soportando comunicaciones múltiples con seis puntos y hasta máximo diez puntos, cuando dos unidades PCS-G50 están en cascada. Dispone de características importantes como la posibilidad de grabar audio y video en una *Memory Stick* de Sony, compartición de datos, soporte de QoS, funciones de encriptación, funciones de *streaming* y pizarra electrónica.

La pantalla se encuentra dividida en seis cuadros de los cuales el sitio que está activamente interactuando, es el que se presenta en la parte central de la pantalla, si se desea observar a todos los participantes de la video conferencia.

El arreglo de micrófonos y de parlantes son adecuados para realizar conferencias; la cámara de video es un elemento separado del equipo, dando versatilidad ya que es posible incluso tener otro tipo de cámaras dependiendo de las necesidades.

Para la transmisión de contenido es necesaria la adquisición de un dispositivo adicional el cual permite enviar la información a los demás participantes.

Ésta es una solución cuando los requerimientos de usuarios de la video conferencia es elevado.

⁶¹ GUERRA HERREA. Diseño de la red WAN para el Banco del Estado integrando voz, datos y video conferencia. EPN, 2008

2.4.2.4.2 VSX 7000e y VSX 7000s

De los equipos Polycom, son soluciones diseñadas para cuartos de conferencia medianos y grandes. Al igual que PCS-G50 la cámara de video es un requerimiento separado del equipo principal, y por la configuración física se requiera incluir un plasma o LCD *displays*. Incluye *People+Cont* para la compartición de datos desde una PC, *MPPlus software* que permite tener hasta cuatro participantes en una simple llamada de video.

En la Figura 2.36 se observa una sala de conferencia utilizando los sistemas VSX 7000s, sistema que permite el incremento de display, micrófonos, módulos de red, entre otros.



Fig. 2.36 Equipo VSX7000sl

2.4.2.4.3 VSX 5000

[⁶¹] De los equipos Polycom, son sistemas considerados básicos, para video conferencia inicial o básica, con todos los requerimientos básicos de productividad, calidad de video y audio. Está diseñada para grupos pequeños de conferencia; por su tamaño es convenientemente localizado en la parte alta de las TV, sobre plasmas de alta resolución o *display* LCD.

En la Figura 2.37 se observa una sala de conferencia utilizando los sistemas VSX 500.



Fig. 2.37 Equipo VSX5000

Dentro de esta línea de productos, todos los modelos tienen características mínimas comunes, la diferencia está en la cantidad de interfaces soportadas, capacidad para la grabación de los procesos realizados para video conferencia, la cantidad de usuarios en la video conferencia, la cantidad de arreglos de micrófonos soportados y el soporte de cámaras adicionales.

La video conferencia es un sistema que puede ser transmitido a diferentes velocidades como 128 Kbps, 256 Kbps, 384 Kbps o superiores, esto va a depender de la importancia de los datos a transmitir, para conferencias con resultados aceptables donde se permita observar una apariencia casi natural sería necesario tener 30 cuadros por segundo a 192 Kbps^[62] más el 25% de cabecera.

Por lo tanto para los enlaces Quito – Cuenca y Quito – Guayaquil, se:

$$AB \text{ video conferencia} = 192 + 48 \text{ Kbps}$$

$$AB \text{ video conferencia} = 240 \text{ Kbps}$$

⁶² LOPEZ BARRAGÁN; CORTEZ QUINTANA. Rediseño de la red de comunicaciones para la Universidad Estatal de Bolívar que soporte aplicaciones de voz, datos y video conferencia. EPN, 2006.

2.4.2.5. Telefonía IP

En cuanto al tráfico que se requiere cursar entre las diferentes sucursales, se tiene un resumen específico basado en el tráfico entre Quito y las diferentes agencias; esta información es suministrada por el detalle de llamadas entregado por la central telefónica ubicada en cada agencia y se lo calcula mediante el porcentaje de llamadas salientes realizadas hacia las diferentes sucursales. En la Tabla 2.24 se indica el porcentaje de comunicaciones entre ciudades.

	Quito	Guayaquil	Cuenca
Quito		5,13%	3,13%
Guayaquil	8,18%		2,22%
Cuenca	5,47%	7,3%	

Tabla 2.24 Tráfico telefónico entre Agencias

De acuerdo a la Tabla 2.24, el ancho de banda aproximado que va a cursar entre las Agencias Quito y Guayaquil es del 5,13% del total de llamadas que se realizan en Quito hacia Guayaquil; del 8,18% del total de llamadas en Guayaquil hacia Quito, y del 2,22% de Guayaquil hacia Cuenca, es decir:

$$AB VoIP_{Quito-Guayaquil} = (131,04 \times 0,0513) + (294,84 \times 0,0818) + (294,84 \times 0,0222)$$

$$AB VoIP_{Quito-Guayaquil} = 6,722 + 24,12 + 6,54$$

$$AB VoIP_{Quito-Guayaquil} = 37,38 Kbps$$

Mientras que el ancho de banda a cursar entre las agencias Quito y Cuenca será del 5,47% del total de llamadas que se realizan en Cuenca hacia Quito, del 7,3% de Cuenca hacia Guayaquil y 3,13% del total de llamadas en Quito hacia Cuenca, es decir:

$$AB VoIP_{Quito-Cuenca} = (49,14 \times 0,0547) + (49,14 \times 0,073) + (131,04 \times 0,0313)$$

$$AB VoIP_{Quito-Cuenca} = 2,688 + 3,588 + 4,1$$

$$AB VoIP_{Quito-Cuenca} = 10,38 Kbps$$

En la Figura 2.38 se observa el diagrama de Telefonía IP a través de la red WAN.

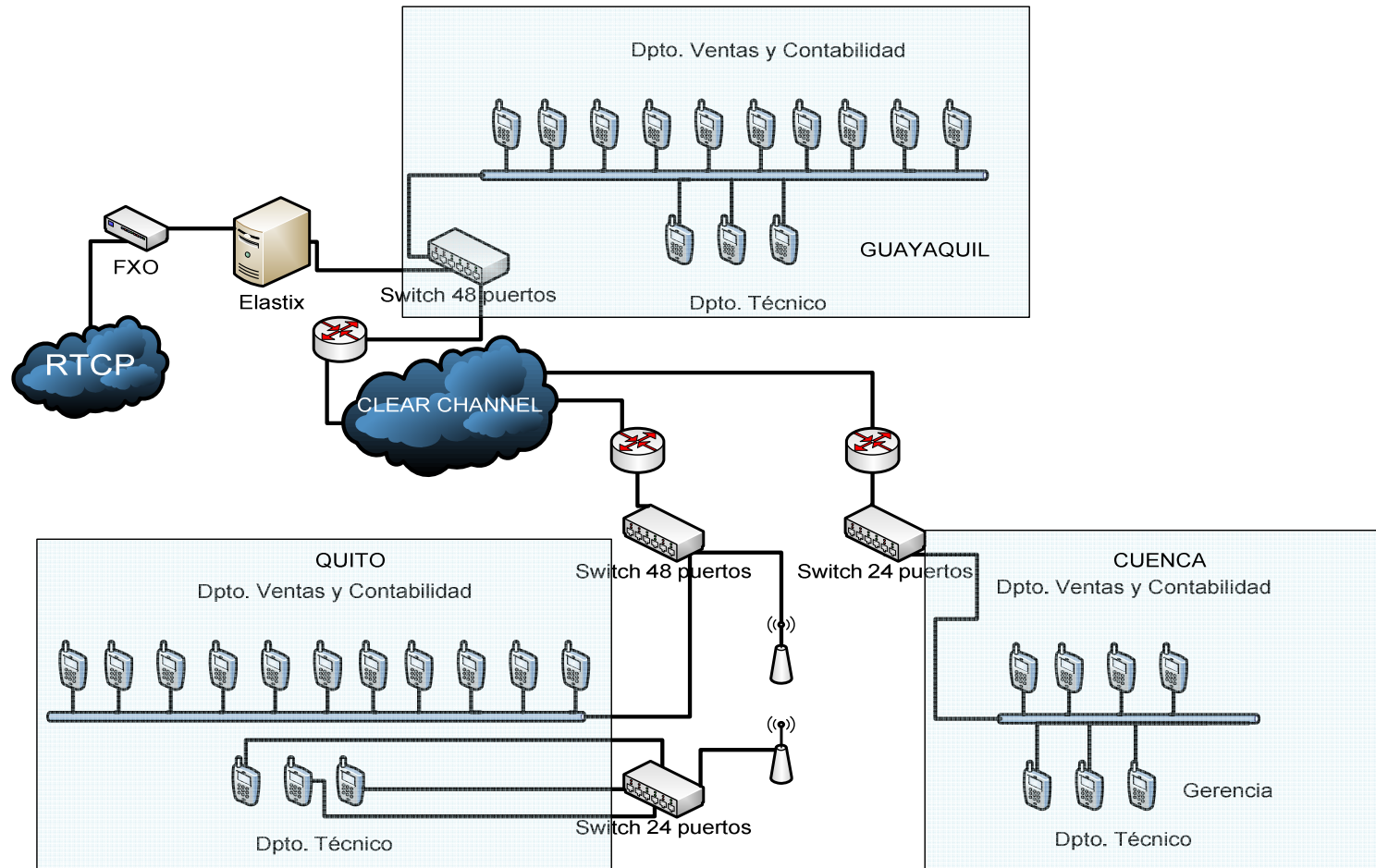


Fig. 2.38 Diagrama lógico del diseño de Telefonía IP de la red de Sharp del Ecuador

2.4.2.6. Servidor Base de Datos

Sharp del Ecuador utiliza el sistema Adviser para gestionar a través de una única interfaz todos los recursos de Sharp del Ecuador y realizar sus transacciones de: Finanzas, Órdenes de trabajo, Facturas, Inventario, etc. Actualmente la empresa trabaja de manera precaria en cuanto a información financiera, ya que semanalmente se envía mediante correo certificado un CD con datos de contabilidad, desde Guayaquil y Cuenca hacia la ciudad de Quito. Para lograr un manejo centralizado con el sistema Adviser, se realizará un esquema cliente servidor. La base de datos ubicada en un servidor en la ciudad de Quito se actualizará constantemente según sea utilizado por cada usuario.

Según la información recopilada en la empresa, en la sucursal Guayaquil se tiene un promedio de 3 usuarios concurrentes en el área de contabilidad y el CD que esta agencia envía semanalmente tiene un promedio de 100 Mbytes, es decir 20 Mbytes por día. Además se pudo apreciar que en un día laborable un usuario realiza una actualización cada 10 minutos, por lo tanto realizará 48 actualizaciones en un día de 8 horas laborables por usuario.

El cálculo de la capacidad se lo realizará mediante la ecuación:

$$AB \text{ Servidor Base de Datos}_{\text{Quito-Guayaquil}} = \frac{20 \text{ Mbyte}}{\text{día}} \cdot \frac{\text{día}}{48 \text{ actualizaciones}} \cdot \frac{1 \text{ actualización}}{10 \text{ minutos}} \cdot \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ s}}$$

$$AB \text{ Servidor Base de Datos}_{\text{Quito-Guayaquil}} = \frac{0,69 \text{ Kbyte}}{\text{s}} \cdot \frac{8 \text{ bits}}{\text{byte}}$$

$$AB \text{ Servidor Base de Datos}_{\text{Quito-Guayaquil}} = 5,55 \text{ Kbps} \times 3 \text{ usuarios}$$

$$AB \text{ Servidor Base de Datos}_{\text{Quito-Guayaquil}} = 16,66 \text{ Kbps}$$

Al igual que en Guayaquil, en la Agencia en Cuenca se envía un CD de 60 Mbytes semanales, con 2 usuarios simultáneos, se tiene:

$$AB \text{ Servidor Base de Datos}_{\text{Quito-Cuenca}} = \frac{12\text{Mbyte}}{\text{día}} \cdot \frac{\text{día}}{48 \text{ actualizaciones}} \cdot \frac{1 \text{ actualización}}{10 \text{ minutos}} \cdot \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ s}}$$

$$AB \text{ Servidor Base de Datos}_{\text{Quito-Cuenca}} = \frac{0,41 \text{ Kbyte}}{\text{s}} \cdot \frac{8 \text{ bits}}{\text{byte}}$$

$$AB \text{ Servidor Base de Datos}_{\text{Quito-Cuenca}} = 3,33 \text{ Kbps} \times 2 \text{ usuarios}$$

$$AB \text{ Servidor Base de Datos}_{\text{Quito-Cuenca}} = 6,66 \text{ Kbps}$$

2.4.2.7. Enlaces WAN

La capacidad de los enlaces estará en función de las aplicaciones que se utilizarán en la red sin tomar en cuenta la Video conferencia, ya que esta no se realiza comúnmente y mediante políticas dentro de la empresa se puede utilizar el ancho de banda destinado para la video vigilancia cuando se requiera este recurso. Además se estimará un 25% de cabecera y un 10% adicional para crecimiento; por lo tanto, para el Correo Electrónico, la Video Vigilancia, la Videoconferencia, la VoIP y el Servidor de Base de Datos, se tiene:

2.4.2.8. Enlace Quito – Cuenca

$$AB \text{ Quito-Cuenca} = AB \text{ correo electrónico} + AB \text{ video vigilancia} + AB \text{ VoIP}_{\text{Quito-Cuenca}} \\ + AB \text{ Servidor Base de Datos}_{\text{Quito-Cuenca}}$$

$$AB \text{ Quito-Cuenca} = 5,72 \text{ Kbps} + 256 \text{ Kbps} + 10,38 \text{ Kbps} + 6,66 \text{ Kbps}$$

$$AB \text{ Quito-Cuenca} = 278 \text{ Kbps} * 1.35$$

$$AB \text{ Quito-Cuenca} = 376.3 \text{ Kbps}$$

$$AB \text{ Quito-Cuenca} \approx 512 \text{ Kbps}$$

2.4.2.9. Enlace Quito – Guayaquil

$$AB_{\text{Quito-Guayaquil}} = AB_{\text{correo electrónico}} + AB_{\text{video vigilancia}} + AB_{\text{VoIP}_{\text{Quito-Guayaquil}}} \\ + AB_{\text{Servidor Base de Datos}_{\text{Quito-Guayaquil}}}$$

$$AB_{\text{Quito-Guayaquil}} = 144,12 \text{ Kbps} + 256 \text{ Kbps} + 37,38 \text{ Kbps} + 16,66 \text{ Kbps}$$

$$AB_{\text{Quito-Guayaquil}} = 454.16 \text{ Kbps} * 1.35$$

$$AB_{\text{Quito-Guayaquil}} = 613.2 \text{ Kbps}$$

$$AB_{\text{Quito-Guayaquil}} \approx 1 \text{ Mbps}$$

Con los cálculos realizados, se obtiene que con una capacidad de 512 Kbps para el enlace Quito-Cuenca y con 1 Mbps para el enlace Quito-Guayaquil, se dará un servicio de manera eficiente a la empresa Sharp del Ecuador.

En la Figura 2.39 se observa topología de la red WAN para Sharp del Ecuador.

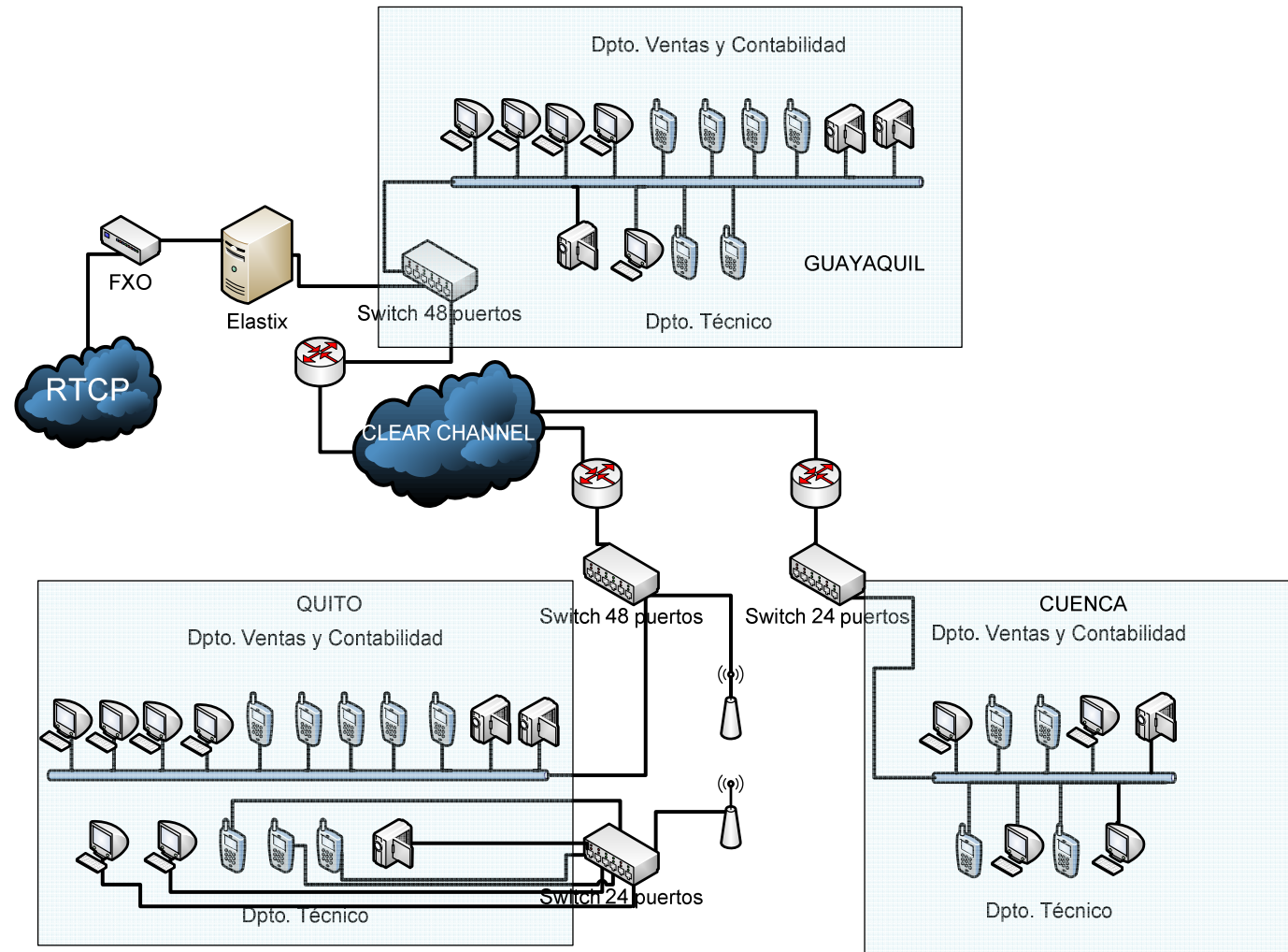


Fig. 2.39 Diagrama lógico del diseño de la red WAN de Sharp del Ecuador

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DE LOS COSTOS DE LA RED

Para Sharp del Ecuador es importante conocer los costos de implementación del diseño propuesto, ya que es posible que se realice su ejecución a corto plazo, los costos deben ser asequibles y los elementos deben cumplir con los requerimientos básicos.

Para los dispositivos necesarios para el diseño, se proponen dos diferentes marcas, con sus respectivas especificaciones técnicas y costos, esto ayudará a una mejor selección del equipo y para obtener un presupuesto referencial.

3.1 COSTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO

En el capítulo 2 se determinó los elementos necesarios como son: canaletas, medios de transmisión, racks, etc., y su cantidad para un correcto cableado estructurado en cada Agencia. En la Tabla 3.1 se agrupa estos ítems para toda la empresa:

Elemento	Quito	Cuenca	Total
Patch cord 3 pies	54	22	76
Patch cord 7 pies	40	15	55
Cable UTP cat. 6A (305m)	1	1	2
Conector RJ-45 cat 6	54	22	76
Rack de 1.8 metros	2	1	3
Patch panel 16 puertos	1	0	1
Patch panel 24 puertos	0	1	1
Patch panel 48 puertos	1	0	1
Regleta multitoma	2	1	3
Face plate dobles	27	11	38
Canaleta 20x12	17	7	24
Canaleta 40x25	7	5	12
Canaleta 60x40	7	2	9
Accesorios de canalización	-	-	-

Tabla 3.1 Cuadro de la cantidad de elementos a utilizarse para el cableado en Sharp del Ecuador

A continuación se describen los costos de los elementos que conforman la red pasiva de Sharp del Ecuador:

Elemento	Total	Precio Unitario	Precio Total
Patch cord 3 pies	76	6,36	483,36
Patch cord 7 pies	55	12,35	679,25
Cable UTP cat. 6A (305m)	2	516,67	1033,34
Conector RJ-45 cat 6	76	0,84	63,84
Rack de 2.1 m 44 UR cerrado	1	890,4	890,4
Rack de 1.2 m 24 UR cerrado	2	652	1304
Patch panel 16 puertos	-	No disponible, usar 1 de 24 ptos	
Patch panel 24 puertos	4	390	1560
Patch panel 48 puertos	-	No disponible, usar 2 de 24 ptos	
Regleta multitoma	3	46,9	140,7
Face plate dobles	38	27,5	1045
Canaleta 20x12	24	1,48	35,52
Canaleta 40x25	12	5,84	70,08
Canaleta 60x40	9	8,91	80,19
Accesorios de canalización	-	-	50
Total			\$ 74355,68

Tabla 3.2 Costos de los elementos a utilizarse para el cableado en Sharp del Ecuador

En el Anexo C se puede observar las cotizaciones de los elementos para el cableado estructurado.

3.2 COSTO DE TELÉFONOS IP

Para los teléfonos IP se ha escogido las marcas 3com y Cisco, debido a que tienen gran presencia en el mercado nacional y se los puede adquirir con facilidad.

En la Tabla 3.3 se presenta una comparación técnica entre los Teléfonos IP de 3 Com y Cisco.

PROPIEDADES	SERIES 3 COM		SERIE CISCO	
	3100 Entry Phone	3102 Business Phones	IP Phone serie 500	IP Phone 3911
Ethernet ports	1 (10/100)	2 (10/100)	1 (10/100)	1 (10/100)
PoE support (802.3af)	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Definable ring tones	No	9	24	1
Codecs G.711, ADPCM, G.729 a/b	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Adaptive jitter buffer	Cumple	Cumple	No Cumple	No Cumple
QoS: IP-ToS, 802.1p	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
DHCP, Option 184	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Voice quality	VAD	VAD	Si + Comfort-noise generation	VAD

Tabla 3.3 Cuadro comparativo de especificaciones técnicas de Teléfonos IP

Los teléfonos IP a tomarse en cuenta son la serie Cisco, ya que se adaptan a los requerimientos del diseño de la red, son simples para su uso y son los mismos que se utilizan en Guayaquil. En la Tabla 3.4 se detalla el Teléfono IP, la cantidad necesaria para las sucursales de Quito y Cuenca y el precio.

Marca	Teléfono IP	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Cisco	IP Phone 3911	20	\$ 96,09	\$ 1921,76

Tabla 3.4 Costos de los Teléfonos IP a considerarse

En el Anexo C se detalla las características del Teléfono IP Phone 3911.

3.3 COSTO DE VIDEO VIGILANCIA

3.3.1. CÁMARAS IP

Para el diseño de la red de Video Vigilancia se describen dos alternativas de cámaras IP como son las marcas Axis y Vivoteck, se escogen estas dos marcas debido a que tienen gran disponibilidad en el mercado. Ya que las cámaras a utilizarse son de dos tipos de sensores diferentes como son: 1/3" y 1/4", ambas marcas tiene especificaciones diferentes para cada una.

En la Tabla 3.5 se presenta una comparación técnica entre las cámaras IP Axis y Vivoteck.

		Marca de Cámaras IP	
Sensor de imagen	Propiedades	Axis	Vivotek
1/4"	Objetivo	ángulo de visión horizontal: 47°	ángulo de visión horizontal: 56°
	Iluminación mínima	1 lux, AXIS M1031-W: 0 lux con la iluminación LED encendida	0 Lux / F1.8 (IR LED on)
	Compresión de vídeo	H.264 (MPEG-4 Parte 10/AVC), Motion JPEG, MPEG-4	MJPEG & MPEG-4
	Resoluciones	640 x 480 a 160 x 120	640x480
	Velocidad de imagen	30/10 imágenes por segundo en todas las resoluciones	30/25 imágenes por segundo en todas las resoluciones
	Transmisión de audio	Bidireccional, semidúplex	No especifica
	Compresión de audio	AAC-LC 8/16 kHz, G.711 PCM 8 kHz, G.726 ADPCM 8 kHz	16 kbps to 128 kbps
	Búfer de vídeo	16 MB de memoria previa y posterior a la alarma	No especifica
	Procesador y memoria	ARTPEC-B, 64 MB de RAM, 32 MB de Flash	OS: Microsoft Windows 2000/XP/Vista Browser: Mozilla Firefox, Internet Explore
1/3"	Objetivo	ángulo de visión horizontal: 29°-61°	ángulo de visión horizontal: 31.7° ~ 93.0°
	Iluminación mínima	Color: 0.6 lux, B/W: 0.08 lux, F1.8	0.1 Lux , 0 Lux (IR LED on)
	Compresión de vídeo	H.264 (MPEG-4 Part 10/AVC), Motion JPEG	MJPEG & MPEG-4
	Resoluciones	2048x1536 (3 MP) to 160x90 640 x 480	800x600, 1600x1200
	Velocidad de imagen	30/10 imágenes por segundo en todas las resoluciones	30 imágenes por segundo en 800x600, 10/15 imágenes por segundo en 1600x1200
	Transmisión de audio	Two-way	Two-way
	Compresión de audio	AAC LC 8/16 kHz, G.711 PCM 8 kHz, G.726 ADPCM 8 kHz	16 kbps to 128 kbps
	Búfer de vídeo	64 MB de memoria previa y posterior a la alarma	No especifica
	Procesador y memoria	ARTPEC-3, 256 MB RAM, 128 MB Flash	No especifica

Tabla 3.5 Cuadro comparativo de especificaciones técnicas de Cámaras IP

Las Cámaras IP a emplearse son de la marca Axis, ya que cumplen con las especificaciones técnicas requeridas para el sistema de Video vigilancia; en el Anexo F se detalla las características de las Cámaras Axis de 1/4"y 1/3". En la Tabla 3.6 se describe los costos y la cantidad necesaria para las sucursales de Quito, Guayaquil y Cuenca de Sharp del Ecuador.

Cámara IP	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Axis 1/4"	2	\$ 247,69	\$ 495,38
Axis 1/3"	13	\$ 830,77	\$ 10800,01
Software de administración	1	\$ 1.476,92	\$ 1476,92
Total			\$ 12772,31

Tabla 3.6 Costos de las Cámaras IP a considerarse

En el Anexo C se puede observar las cotizaciones de los sistemas de Video vigilancia y en el Anexo D se detalla las características técnicas del sistema.

3.4 COSTO DE VIDEO CONFERENCIA

Ya que existen dos alternativas para brindar el servicio de video conferencia en la empresa, utilizar la video llamada de Elastix ó un sistema comercial de videoconferencia. Se puede escoger el más adecuado, de acuerdo al costo y las características técnicas de los mismos; en la Tabla 3.7 se describe los costos de los sistemas propuestos.

Sistema de Video Conferencia	Incluye	Precio
Elastix	Video Llamada	-
Sony PCS-G50	Micrófono y parlante	\$ 5800
Polycom VSX 7000e y VSX 7000s	Plasma o LCD displays, software MP Plus, micrófonos y módulos de red	\$ 8704,82
Polycom VSX 5000	Plasma o LCD displays, micrófonos, soporte para cámaras adicionales	\$ 7692,30

Tabla 3.7 Costos de los Sistemas de Video Conferencia

Como se puede observar en la Tabla 3.7, una video llamada utilizando el servidor Elastix ubicado en Guayaquil, no es un gasto, y se estaría utilizando la capacidad total del servidor, sin embargo hay que considerar la opción más económica de video conferencia, ya que al ser Sharp del Ecuador una empresa en crecimiento, es necesario tener un respaldo para el futuro y hacer un solo gasto inicial. Para la video conferencia se propone utilizar Polycom VSX 5000, ya que es un sistema que incluye todo lo necesario a un precio menor.

3.5 COSTO DE ACCESO A INTERNET

El Acceso a Internet en Sharp del Ecuador es de manera local, por lo tanto, se tomará en cuenta para los costos, las sucursales que necesiten un incremento de la capacidad contratada; en el estudio se pudo concluir que únicamente Quito necesita duplicar su acceso a Internet; el costo de un enlace de 2Mbps dada por la CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) para Acceso a Internet en la Agencia Quito se observa en la Tabla 3.8

Acceso a Internet	Costo Instalación	Costo Mensual
2 Mbps (8:1)	\$ 50	\$ 84

Tabla 3.8 Costos del Acceso a Internet

3.6 COSTO DE LOS ENLACES WAN

En el estudio previo se obtuvo una capacidad de 1 Mbps por cada enlace, el costo de este se muestra en la Tabla 3.9:

Enlace WAN	Incluye	Costo Instalación	Costo Mensual
Quito - Guayaquil	Equipos	\$ 350	\$ 375
Quito - Cuenca	Equipos	\$ 350	\$ 275
Total		\$ 700	\$ 650

Tabla 3.9 Costos de los Enlaces WAN

Esta información fue proporcionada por la Gerencia de Clientes Corporativos y PYMES de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones.

3.7 COSTO DEL SERVIDOR

En el primer capítulo se dió a conocer que Sharp del Ecuador utiliza Windows Server 2003, a partir de este sistema operativo se pueden manejar varios tipos de servidores requeridos para la red tales como: Servidor DNS, Servidor DHCP, Servidor de Streaming de Video, razón por la cual se prevee la instalación de un solo servidor con la suficiente capacidad para soportar: el sistema operativo Windows Server 2003 Enterprise Edition, el sistema Adviser para la gestión empresarial y la Video Vigilancia.

En la tabla 3.10 se presentan las características mínimas para instalar el Windows Server 2003 Enterprise Edition.

Componente	Requerimiento
Computadora y procesador	Procesador de 133 MHz o superior para PCs x86; 733-MHz para PCs Itanium; hasta ocho procesadores para versiones de 32 o 64 bits.
Memoria	Mínimo: 128 MB de RAM; máximo: 32 GB para PCs x86 con versión de 32 bits y 64 GB para PCs Itanium con versión de 64 bits.
Disco duro	1.5 GB de espacio disponible en el disco duro para PCs x86; 2 GB para PCs Itanium; se necesita espacio suplementario si la instalación se realiza en red.
Lector	Lector de CD-ROM o DVD-ROM.
Monitor	VGA o hardware que admita la redirección de consola.
Otros	Windows Server 2003 Enterprise Edition. La versión de 64 bits es solamente compatible con sistemas Intel de 64 bits, y no puede instalarse en versiones de 32 bits.

Tabla 3.10 Característica mínimas necesarias para Windows Server 2003 Enterprise Edition [63]

⁶³ Windows Server System www.microsoft.com

Para la Video vigilancia se utilizará el software que incluye las Cámaras IP marca Axis, este graba las imágenes provenientes de las cámaras directamente en discos locales o en unidades ópticas CD-R/CD-RW o DVDR/DVD-RW.

La Tabla 3.11 presenta las características mínimas requeridas del servidor de video vigilancia para soportar este tipo de grabación.

Componente	Requerimiento
Procesador	Intel Pentium 4
Velocidad	2.6 GHz
Memoria	1024 MB RAM
Disco duro	120 GB
Sistema de partición	10GB

Tabla 3.11 Característica mínimas necesarias para el software de Cámaras IP

Adicionalmente se requiere un espacio en disco duro de aproximadamente 37,2 GB para soportar las actualizaciones de las tres sucursales en el Sistema Adviser (base de datos).

En el mercado encontramos varios equipos que cumplen con estos requisitos, sin embargo se ha optado por servidores de marca, como HP y DELL, cuyas características y precios se muestran en la Tabla 3.12.

Marca	Características	Precio
DELL	Memoria 4GB, DDR2, 800MHz, 4x1GB,Dual Ranked DIMMs Disco Duro 500GB 7.2K RPM SATA 3Gbps 3.5-in Cabled Hard Drive	\$ 914,00
HP	Memoria 2 GB Disco Duro 160GB 1.5G	\$ 829,00
HP	Memoria 4 GB Disco Duro 250GB 3G	\$ 2059,00

Tabla 3.12 Costos de los Servidores marcas DELL y HP.

Se selecciona la marca DELL para cubrir las aplicaciones y permitir crecimiento.

En Guayaquil y Cuenca se contará con los mismos servidores a los cuales se deberá aumentar un disco duro que permita la grabación de las cámaras de video vigilancia. Se prevee la instalación de un disco duro de 400 GB Marca Samsung y cuyo precio está estimado en aproximadamente \$ 50.

En el Anexo E se puede observar las cotizaciones de los servidores y en el Anexo F se detalla las características técnicas del servidor Marca DELL a emplearse.

3.8 COSTO DE SWITCHES

En las sucursales de Quito y Cuenca se necesitan adquirir tres switches de diferente capacidad: 48, 24 y 16 puertos. En la Agencia Quito se encuentra un switch de 24 puertos, el cual será utilizado por Cuenca, ahorrando este costo; por lo tanto, únicamente se requieren los costos para los switches de 48 y 16 puertos.

En el mercado encontramos switches de 24 y 48 puertos, por lo tanto para sustituir el de 16 puertos seleccionaremos uno de 24 puertos.

En la Tabla 3.13 se observa las características técnicas de estos equipos en dos diferentes marcas.

Características	3COM	CISCO C2960-24TT-L
24 puertos 10/100 Mbps	Cumple	Cumple
2 puertos gigabit ethernet 10/100/1000 Mbps	Cumple	Cumple
Manejo y administración de VLANs (IEEE802,1Q)	Cumple	Cumple
Velocidad de backplane mínima de 11,6 Gbps	No Cumple	Cumple
Velocidad de conmutación de paquetes de 8700 Mbps	Cumple	Cumple
Conmutación a nivel de capa 2	Cumple	Cumple
Protocolos: IP, OSPF, RIPv2, DHCP, Telnet, SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3	Cumple	Cumple
Manejo de listas de acceso nivel 2	Cumple	Cumple
Identificación de puertos conectados a la red LAN	No Cumple	Cumple
Soporte para paquetes de telefonía IP (VoIP)	Cumple	Cumple

Características	3COM	CISCO C2960-48TT-L
48 puertos 10/100 Mbps	Cumple	Cumple
2 puertos gigabit ethernet 10/100/1000 Mbps	Cumple	Cumple
Manejo y administración de VLANs (IEEE802,1Q)	Cumple	Cumple
Velocidad de backplane mínima de 11,6 Gbps	No Cumple	Cumple
Velocidad de conmutación de paquetes de 8700 Mbps	Cumple	Cumple
Conmutación a nivel de capa 2	Cumple	Cumple
Protocolos: IP, OSPF, RIPv2, DHCP, Telnet, SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3	Cumple	Cumple
Manejo de listas de acceso nivel 2	Cumple	Cumple

Tabla 3.13 Cuadro comparativo de características de equipos Cisco y 3Com.

Se recomiendan los equipos Cisco ya que se adaptan a los requerimientos del diseño de la red. En la Tabla 3.14 se detalla la serie cisco de switch, la cantidad necesaria para la red de Sharp del Ecuador y el precio.

Switch	Cantidad	Precio
CISCO WS-C2960-24TT-L	1	\$ 921,74
CISCO WS-C2960-48TT-L	1	\$ 1.775,85

Tabla 3.14 Costos de los Switches Cisco

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

3.9 FIREWALL

Ya que se ha tomado en cuenta los equipos Cisco, el Firewall será de esta misma marca, en la Tabla 3.15 se observa el precio de este dispositivo.

Firewall	Incluye	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
ASA 5505	Appliance with SW, 10 Users, 8 ports, DES	3	\$ 423,50	\$ 1.270,50
	AC Power Cord, Type C5, US			
	Software v7.2 for ASA 5505			
	AC Power Adapter			
	SSC Blank Slot Cover			
	Base Encryption Level (DES)			
	10 User software license			

Tabla 3.15 Costos del Firewall marca Cisco

En el Anexo C se puede observar las cotizaciones del Firewall y en el Anexo D se detalla las características técnicas del Firewall a emplearse.

3.10 OTROS EGRESOS

Para el diseño de red también se toma en consideración el costo del diseño de la red, la instalación del Internet, instalación de puntos de red y la certificación del cableado estructurado, en la Tabla 3.16 se detallan los costos de lo antes mencionado.

Descripción	Precio Total
Diseño de red	\$ 2.000
Instalación de puntos de red	\$ 1750
Certificación de cableado estructurado	\$ 300
2 Discos Duros Samsung HDD SATA 400 GB	\$ 100
Total	\$ 4150

Tabla 3.16 Costos de Otros Egresos

En el Anexo C se puede observar la cotización para la instalación de los puntos de red y para la certificación correspondiente.

3.11 COSTO TOTAL

Se detalla el costo total de la red diseñada, tomando en cuenta los costos de todos los equipos y componentes de la red pasiva como de la red activa; ninguno de estos costos incluye IVA por lo tanto se sumará este valor al subtotal. En la Tabla 3.17 se detalla el costo total del diseño de la red.

Item	Precio
Cabelado Estructurado	\$ 7.435,68
Switch Cisco 24TT-L	\$ 921,74
Switch Cisco 48TT-L	\$ 1.775,85
Firewall ASA 5505	\$ 1.270,50
Servidor DELL	\$ 914,00
Telefonos IP Cisco 3911	\$ 1.921,76
Cámaras IP Axis	\$ 12.772,31
Video conferencia Polycom VSX 5000	\$ 7.692,30
Acceso a Internet	\$ 135
Enlaces WAN	\$ 1.350
Otros Egresos	\$ 4.150
Sub Total	\$ 40.439,14
Iva (12%)	\$ 4.852,70
Total	\$ 45.291,84

Tabla 3.17 Costo Total

La descripción de costos de implementación muestra un valor relativamente elevado, sin embargo, Sharp del Ecuador es una empresa que esta consolidada en el mercado nacional desde hace 7 años y dados los beneficios previstos a conseguir con este diseño como: convergencia de servicios, mejor distribución de recursos, vigilancia remota de sucursales y seguridad de la red, justifica la inversión que mejorará las comunicaciones en Sharp con lo cual le permitirá un crecimiento.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La realización de este Proyecto nace de la necesidad de Sharp del Ecuador de integrar todas sus agencias en Quito, Guayaquil y Cuenca; de tal manera que se puedan optimizar procesos tales como: Contabilidad, Inventario, Facturas, Ventas, etc.
- El diseño de una red WAN en Sharp del Ecuador permitiría a sus usuarios acceder de manera común a los servicios de: transmisión de datos, VoIP, Video Conferencia y Video Vigilancia, de manera rápida y confiable.
- El diseño realizado permite la convergencia de servicios tanto nuevos como existentes de telecomunicaciones con el fin de que Sharp del Ecuador se beneficie de las nuevas tecnologías de comunicación y pueda crecer como empresa.
- El protocolo IP es el más usado actualmente, este protocolo puede unificar las aplicaciones de voz, video y datos; trabaja con Transmission Control Protocol (TCP), para garantizar el servicio de transmisión, esto funciona perfectamente para la transmisión de datos pero tiene problemas con aplicaciones en tiempo real, por eso se desarrollaron nuevos estándares para aplicaciones de video y voz en tiempo real, como los estándares H.323 y SIP los cuales puede interoperar a través de redes basadas en IP. Siguiendo las ventajas del protocolo IP, el diseño de la red de Sharp del Ecuador esta orientado a transformarse en una red *"all IP"*; además en comparación con una red

tradicional, la red de IP brinda mayor ancho de banda y mayor índice de utilización, lo que facilita la entrega de nuevos servicios.

- Para el diseño de voz y datos fue necesario realizar un estudio de la situación actual de la empresa en cuanto a tecnologías de la información se refiere, esto incluyó: Equipos, Topología Física y Lógica, y Tráfico Actual generado; estos datos fueron tabulados, presentados y analizados para una correcta información previa, la cual justificaría este diseño.
- El Software utilizado para cuantificar el tráfico generado en cada Agencia fue NTOP, este paquete computacional es una robusta herramienta para la monitorización de una red LAN, ya que brinda información de: Troughput, datos enviados y recibidos, protocolos y puertos utilizados, direcciones IP ligadas a la red monitoreada, entre otros. Estos datos son presentados en un formato visual de fácil de comprensión que ayuda a una rápida interpretación de los mismos.
- En el estudio de tráfico realizado en el cual se pudo observar la carga total de la red incluyendo los datos enviados y recibidos, sumados a los datos que genera la VoIP y la Video Vigilancia, se pudo concluir que la tecnología *Fast Ethernet* con la que trabaja Sharp del Ecuador es suficiente para los requerimientos actuales y futuros de la red.
- De acuerdo a los requerimientos de la empresa y al estudio de la situación actual se propuso contar con una red de tecnología óptima para su interconexión como es Clear Channel, ya que mediante esta se podrá disponer de un ancho de banda contratado totalmente disponible, para cualquier aplicación, libre de protocolos, retardos y empaquetamientos. Éste servicio además está dirigido al entorno corporativo de Grandes Clientes y Pymes con un entorno de Redes de Área Local distantes que deseen interconectar entre sí como es el caso de Sharp del Ecuador.

- Por los requerimientos de la empresa, no se escogió Frame Relay, ya que este protocolo no está especialmente diseñado para soportar tráfico multimedia, audio y vídeo en tiempo real y no hay garantías sobre el retardo de tránsito, ya que puede variar apreciablemente. Otras de las tecnologías que no se tomaron en consideración fue ISDN, ya que utiliza infraestructura telefónica existente de una forma totalmente digital, lo cual no permite una adecuada interoperabilidad con otros protocolos.
- El sistema de Video Vigilancia fue diseñado para un control interno de cada Agencia; Sharp del Ecuador entre sus requerimientos pedía la visualización de las cámaras remotamente desde cualquiera de sus sucursales, para cumplir con este objetivo, se propuso la utilización de un servidor streaming, con lo cual se redujo drásticamente la capacidad y costos de los enlaces WAN que sin este servidor hubieron sido valores muy altos.
- Se eligieron cámaras IP ya que poseen muchas ventajas frente a los sistemas tradicionales de vigilancia como: acceso remoto, costos reducidos y flexibilidad ante la ampliación del sistema sin necesidad de invertir en nuevos sistemas de monitorización.
- Para Sharp del Ecuador se propuso un sistema de voz 100% sobre IP, ya que permitiría centralizar este recurso en un solo servidor Elastix ubicado en Guayaquil, además de disminuir los costos de llamadas entre Agencias que circularían por la intranet de la empresa y no saldrían a la PSTN.
- Los sistemas de video conferencia actuales tienen óptimas prestaciones y costos elevados, por lo tanto se propuso la utilización de la video llamada brindada por el servidor Elastix como alternativa de video conferencia para Sharp del Ecuador, sin ningún costo es la mejor elección para este momento; sin embargo, el diseño de la red WAN fue

creado prediciendo la utilización de uno de los sistemas antes mencionados para el futuro.

- Debido a las nuevas características de las LAN tales como: VoIP y Video Vigilancia es necesario contar con un sistema de cableado estructurado que soporte estas aplicaciones, por lo tanto, en las Agencias de Quito y Cuenca, se realizó la reestructuración del cableado, planificando nuevos puntos de red y eliminando puntos de telefonía tradicional. La norma utilizada en este diseño de cableado estructurado fue la 6A, con la cual se prevee crecimiento y soporte para más de cinco años.
- De acuerdo al estudio de tráfico realizado en cada Agencia se pudo concluir que el Acceso a Internet genera una carga alta en la red, esto se debe principalmente al trabajo propio de la empresa, ya que para un servicio técnico de calidad es necesaria la actualización constante de manuales, firmware, etc. Razón por la cual para el diseño WAN no se contempló un acceso centralizado y se propuso mantener accesos individuales para cada sucursal
- Al contar con Accesos de Internet independientes para cada Agencia, la red presenta vulnerabilidades a ataques basados en Internet, para evitar estos ataques es necesaria la implementación de firewalls. Para la red se propuso un firewall de hardware en cada Agencia, estos son los más adecuados para las empresas y las grandes redes, ya que protegen todos los equipos de la red, es más fácil de mantener y gestionar que los firewalls de software individuales

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de un software que permita el control del ancho de banda de descargas y el control de contenido. Con el control de ancho de banda se puede manejar de una manera más eficiente la tasa de transferencia de cada uno de los usuarios, de esta manera se puede evitar que un usuario use todo el ancho de banda dejando a los demás usuarios con una tasa de transferencia lenta y deficiente. El control de contenido consiste en denegar el acceso a nombres de dominio o direcciones Web que contengan patrones en común, como: Porno, Violencia, napster, sex, porn, xxx, adult, warez, etc., si un usuario intenta ingresar a una página cuyo contenido este relacionado con los patrones antes mencionados, se denegará el acceso a dicha pagina.
- Para la adopción de un sistema de video conferencia en la empresa, se recomienda la elaboración de programas de capacitación a nivel tanto de servicio técnico como de administración y ventas, de tal manera que este sistema sea aprovechado un 100 %, colaborando con el crecimiento de la empresa.
- Para ahorrar costos, se recomienda la utilización de personal técnico de la empresa para la instalación del sistema del cableado estructurado y contratar únicamente la certificación del mismo, con lo cual se garantizaría un adecuado cableado.
- Para un correcto funcionamiento de la red es importante manejar calidad de servicio en los enlaces WAN, ya que se priorizará el transporte de paquetes relacionados principalmente con voz y video.
- Se recomienda la utilización de sistemas operativos basado en LINUX ya que es uno de los sistemas operativos más robustos, estables y rápidos, además es multitarea y multiusuario. Existen miles de programas libres para Linux, adaptados a diversos propósitos y

disponibles en Internet, es libre, lo que implica gratuidad del software y es altamente modificable.

4.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros

HUIDROVO MOYA, MILÁN TEJEDOR. Redes de datos y convergencia IP. Alfaomega, 2007.

MIRÓ VERÓNICA. Comunicaciones Eléctricas. 2009

William Stallings, Comunicaciones Redes de Computadores

TERÉ PARNELL. Guía LAN TIMES de redes de área extensa. Osborne, 1997.

SERIE DE TELECOMUNICACIONES. Guía completa de protocolos de telecomunicaciones. McGraw-Hill, 2002.

Cableado Estructurado; Apuntes de clase Ing. Soraya Sinche

Tesis

MENDEZ MORENO; ALVEAR SANDOVAL. Análisis de tráfico y diseño de una solución telefónica IP para la empresa Pinturas Cóndor S.A. EPN, 2009.

LUQUE ORDOÑEZ. Videoconferencia. Tecnología, sistemas y aplicaciones. Alfaomega, 2009.

GUERRA HERREA. Diseño de la red WAN para el Banco del Estado integrando voz, datos y video conferencia. EPN, 2008.

LOPEZ BARRAGÁN; CORTEZ QUINTANA. Rediseño de la red de comunicaciones para la Universidad Estatal de Bolívar que soporte aplicaciones de voz, datos y video conferencia. EPN, 2006.

Direcciones Electrónicas

- <http://www.ncomputing.com/Products/LseriesEthernetconnected.aspx>
- <http://www.sharp-ecuador.com/index.htm>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Windows_Server_2003
- <http://www.bulma.net/body.phtml?nIdNoticia=1226>

- <http://www.panafonic.com/pbx/kxtd1232.htm>
- <http://www.taringa.net/posts/linux/1861385/Elastix-central-telefonica-con-una-pc.html>
- <http://www.slideshare.net/makenard08/fundamentos-teoricos-sobre-elastix>
- <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ingsanchez/Redes/Archivos/FRAMERELAY.asp>
- <http://www.textoscientificos.com/redes/area-amplia/frame-relay/arquitectura-protocolo>
- http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/frame.pdf
- <http://www.scidyn.com>
- <http://www.frforum.com/4000/voicetechbreif.html>
- <http://www.techguide.com>
- http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/arq_conmut.html
- <http://www.colegiosma.com/DEPELE/stlf/SistemasdeTelefon/Articulos/Estructuraredespublicas.pdf>
- <http://www.mailxmail.com/curso-redes-protocolos-estandares-2/tdm-multiplexaje-division-tiempo>
- <http://web.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/isdn.html>
- <http://www.angelfire.com/wi/ociosonet/29.html>
- <http://usuarios.multimania.es/cursoredes/tlibre/atmposeu.htm>
- https://www.ibercom.com/soporte/index.php?_m=knowledgebase&_a=viewarticle&kbarticleid=1167
- <http://www.saulo.net/pub/tcpip/a.htm>
- <http://www.cisco.com/web/ES/products/telefonía-IP.html>
- <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No5/MMata.htm>
- <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1025938>
- <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/cableado.htm>
- <http://www.dexsoncorp.com>
- <http://www.telypc.com/video.html>

GLOSARIO

ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line* - Línea de Suscripción Digital Asimétrica).- Consiste en una transmisión de datos apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando la longitud de línea no supere los 5,5 km medidos desde la Central Telefónica, o no haya otros servicios por el mismo cable que puedan interferir. Es una tecnología de acceso a Internet de banda ancha, lo que implica una mayor velocidad en la transferencia de datos. Esto se consigue mediante una modulación de las señales de datos en una banda de frecuencias más alta que la utilizada en las conversaciones telefónicas convencionales (300-3800 Hz), función que realiza el Router ADSL. Para evitar distorsiones en las señales transmitidas, es necesaria la instalación de un filtro (llamado *splitter* o discriminador) que se encarga de separar la señal telefónica convencional de las señales moduladas de la conexión mediante ADSL. En una línea ADSL se establecen tres canales de comunicación, que son el de envío de datos, el de recepción de datos y el de servicio telefónico normal.

QoS (*Quality of Service* o Calidad de Servicio) son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de datos en un tiempo dado (*throughput*). Es la capacidad de dar un buen servicio. Es especialmente importante para ciertas aplicaciones tales como la transmisión de video o voz.

PBX (*Private Branch Exchange* - Central secundaria privada).- Es una central telefónica conectada directamente a la red pública de teléfonos por medio de líneas troncales para gestionar las llamadas internas, las entrantes y/o salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica.

Línea Troncal.- Es un enlace que interconecta las llamadas externas de una central telefónica, concentrando y unificando varias comunicaciones simultáneas en una sola señal para un transporte y transmisión a distancia más eficiente y poder establecer comunicaciones con otra central o una red entera de ellas.

RRD (Round Robin DataBus).- Es una base de datos circular donde se va sobrescribiendo los datos almacenados con anterioridad una vez alcanzada la capacidad máxima de la misma. Esta capacidad máxima dependerá de la cantidad de información que se quiera conservar como historial, permite almacenar y representar datos en intervalos temporales y crear gráficas para representar los datos.

Daemon (*Disk And Execution MONitor*), es un tipo especial de proceso informático que se ejecuta en segundo plano en vez de ser controlado directamente por el usuario.

Asterisk.- Es un programa de software libre que proporciona funcionalidades de una central telefónica (PBX), se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de VoIP o bien a una RDSI; incluye características como buzón de voz, conferencias, IVR, distribución automática de llamadas, etc. Asterisk reconoce muchos protocolos VoIP como pueden ser SIP, H.323, IAX y MGCP.

Hylafax.- Es un software destinado a empresas y que permite enviar y recibir faxes. Está implementado con una arquitectura cliente-servidor por lo que los fax-modems pueden estar en un equipo de la red que puede recibir los faxes que se han de enviar desde el resto de clientes de la red.

Openfire.- Es un sistema de mensajería instantánea hecho en java con el cual se puede administrar usuarios, compartir archivos, auditar mensajes, mensajes broadcast, grupos, etc.

Postfix.- Es un Agente de Transporte de Correo de software libre / código abierto, un programa informático para el enrutamiento y envío de correo electrónico.

MGCP (Media Gateway Control Protocol).- Es un protocolo de control de dispositivos, donde un gateway esclavo (MG, Media Gateway) es controlado por un maestro (MGC, Media Gateway Controller, también llamado Call Agent).

JPEG (Joint Photographic Experts Group - Grupo conjunto de expertos en fotografía).- Es un método de compresión utilizado por las cámaras fotográficas digitales y otros dispositivos de captura de imagen, es el formato más utilizado para almacenar y transmitir archivos de fotos en Internet.

Motion JPEG (M-JPEG).- Es un formato multimedia donde cada fotograma o campo entrelazado de una secuencia de vídeo digital es comprimida por separado como una imagen JPEG. Es frecuentemente usado en dispositivos portátiles tales como cámaras digitales.

MPEG-4.- Nombre de un grupo de estándares de codificación de audio y video relacionada con el grupo MPEG (Moving Picture Experts Group). Los usos principales del estándar MPEG-4 son los flujos de medios audiovisuales, la distribución en CD, la transmisión bidireccional por videófono y emisión de televisión.

ANEXOS