

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

REDISEÑO DE LA RED WAN DE PETROCOMERCIAL CON CALIDAD DE SERVICIO

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

RENÉ DAMIÁN PADILLA BENITEZ

LUIS FELIPE URQUIZA AGUIAR

DIRECTOR: ING. MARÍA SOLEDAD JIMÉNEZ. MSc.

Quito, noviembre 2007

DECLARACIÓN

Nosotros, René Damián Padilla Benítez y Luis Felipe Urquiza Aguiar, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

René Damián Padilla Benítez

Luis Felipe Urquiza Aguiar

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por René Damián Padilla Benítez y Luis Felipe Urquiza Aguiar, bajo mi supervisión.

**ING. MARÍA SOLEDAD JIMÉNEZ. MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO**

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que nos ayudaron a que este proyecto concluya satisfactoriamente, en especial a:

La ingeniera María Soledad Jiménez por su acertada dirección durante este proyecto, su paciencia y consejos en el desarrollo del mismo.

A todo el personal de la Unidad de Sistemas y Telecomunicaciones de Petrocomercial, por su interés y apoyo, en especial al Ing. Guido Palacios, por su confianza y guía y a la Ing. Aracelly Villalva por su compañerismo, colaboración y tiempo ayudándonos a solventar dudas en el transcurso de la elaboración de este proyecto.

Se nos olvidan nombres, eso es seguro, otra vez gracias a todas las personas que nos ayudaron a lo largo de la realización de este proyecto, profesores, compañeros, amigos; en las líneas de este proyecto hay algo de ustedes.

Damián Padilla y Luis Urquiza.

DEDICATORIA

A mi familia, por su apoyo incondicional, en especial a mis padres y hermana por siempre estar ahí.

A mis amigos

A mis compañeros de la Unidad de Sistemas de Petrocomercial.

A todos los lectores interesados en las Redes de la Información.

Damián Padilla Benítez

DEDICATORIA

A mi familia, mis cinco pilares, mi motor.
A mi padre por enseñarme el ingenio.
A mis amigos, por su compañía.
A todos los que me han ayudado.
A los que quiero y a los que me quieren.

Luis Felipe Urquiza Aguiar

RESUMEN

El presente proyecto realiza el rediseño de la red de área extendida de Petrocomercial, tomando en cuenta los parámetros de desempeño óptimo de sus aplicaciones críticas para obtener una red de datos eficiente con QoS (*Quality of Service, Calidad de Servicio*) a corto y mediano plazo.

En el Capítulo I se resume los conceptos y principios de funcionamiento de las tecnologías WAN (*Wide Area Network, Red de Área Extendida*) que se utilizan para los diseños que se realizan en el capítulo tres, de igual manera se hace un breve repaso sobre la gestión de redes y las técnicas para calidad de servicio que actualmente se utilizan en la administración de redes de datos.

A lo largo del capítulo II, se efectúa un análisis detallado de la situación actual de la red WAN de Petrocomercial donde se incluyen las descripciones de: la topología física y lógica de la red, enlaces de radio, equipos de transmisión y enrutamiento; y, con especial énfasis se analiza la utilización de los enlaces hacia los puntos remotos más importantes que tiene la red obteniendo información acerca de: los tipos de tráfico generados, información referente a su tráfico pico, promedio y tiempos de respuesta. Con los datos obtenidos se procede a evaluar la actual situación de la red, para realizar el rediseño de la misma.

El capítulo III presenta dos diseños para la reestructuración de la red de Petrocomercial, ambos diseños están orientados hacia Calidad de Servicio considerando tanto las necesidades presentes como futuras de los aplicativos empresariales. El primer diseño mantiene la tecnología Frame Relay en capa enlace, siendo reestructurada únicamente a nivel de capacidades de los circuitos virtuales, enlaces redundantes, así como en la reubicación de equipos y definición de una topología lógica más adecuada; en este diseño los esquemas de calidad de de servicio se ubican a nivel de capa IP y para ello se utiliza Diffserv. El diseño con la tecnología MPLS (*Multiprotocol Label Switching, Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo*) mantiene a Frame Relay en capa enlace con las modificaciones propuestas en el primer diseño pero tiene la ventaja de ofrecer el mismo esquema de QoS sin recurrir a capa red para ello; este diseño incluye la selección de

equipos para los diferentes puntos de la red. Este capítulo concluye con la configuración detallada de una herramienta de administración de tráfico que permita el monitoreo de aplicaciones, configuración de políticas y colaboración con los esquemas de QoS definidos.

El análisis financiero de los dos diseños propuestos se realiza en el capítulo IV, donde se incluyen todos los costos en los que se incurriría en cada alternativa, para finalmente determinar cuál es técnica y financieramente más adecuado para las necesidades de Petrocomercial.

Finalmente el capítulo V contiene las conclusiones y recomendaciones, producto de la realización de este proyecto.

En los anexos que se incluyen en este proyecto se presentan las gráficas de monitoreo de los enlaces de comunicación, carga de procesadores en equipos de enrutamiento, configuraciones detalladas de los equipos, tanto las actuales como las propuestas en cada diseño. Además se encuentran las hojas técnicas de los equipos seleccionados y extracto de documentos utilizados para el desarrollo de este proyecto.

PRESENTACIÓN

Originalmente las redes fueron concebidas para manejar tráfico de aplicaciones propietarias, y no fueron dimensionadas para manejar el volumen de datos y la diversidad de aplicaciones y servicios que se tienen actualmente, por lo que saber qué aplicaciones y servicios se tienen en una empresa y de ellos cuáles son críticos para el funcionamiento de la misma, es sin duda un punto clave en la organización de las TI (Tecnologías de la Información) de una empresa.

El presente proyecto está orientado a la red WAN de Petrocomercial, la misma que interconecta 35 puntos a nivel nacional a través de enlaces de radio, y sobre la cual corren todas las aplicaciones, experimentándose problemas de saturación de algunos de sus enlaces, retardo en las aplicaciones críticas, pérdidas de conectividad con algunos lugares, excesivo procesamiento de los equipos de interconectividad.

En este proyecto se formulan dos alternativas de rediseño para la red de área extendida de Petrocomercial, ambos orientados a que la red tenga un esquema de calidad de servicio, para lo cual se realiza una diferenciación de los distintos tráfico que hay en la red, que permitan dar el tratamiento adecuado a todas las aplicaciones satisfaciendo de manera adecuada sus requerimientos de transmisión tomando en cuenta la naturaleza e importancia del aplicativo como son los de tiempo real y empresariales.

Finalmente este proyecto de titulación sugiere planes de migración, basados en lineamientos de gestión de tecnologías, con el fin de minimizar impactos negativos en el desempeño de la empresa. Además se incluye un análisis financiero para este tipo de proyecto, lo que constituye un factor decisivo para seleccionar para la selección de un diseño.

CONTENIDO

CAPÍTULO 1 . MARCO TEÓRICO.....	14
1.1. TECNOLOGÍAS WAN (WIDE AREA NETWORK, RED DE ÁREA EXTENDIDA)	14
1.1.1 FRAME RELAY ^{[1.1],[1.2]}	14
1.1.1.1 Introducción.....	14
1.1.1.2 Estándares Y Convenios De Implementación	15
1.1.1.3 Principios de funcionamiento	16
1.1.1.4 Formato De Trama.....	17
1.1.1.5 Parámetros De La Conexión.....	20
1.1.1.5.1 Sobresuscripción	21
1.1.1.6 Modo De Operación.....	22
1.1.1.6.1 Circuitos Virtuales.....	22
a) PVC.....	22
b) SVC.....	23
1.1.1.6.2 Funcionamiento De La Red Frame Relay	23
1.1.1.6.3 Mecanismos De Notificación De Congestión	24
1.1.1.6.4 Estado de la conexión	25
1.1.2 MPLS (MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING, CONMUTACIÓN DE ETIQUETAS MULTIPROTOCOLO) ^{[1.6],[1.13],[1.16], [1.18]}	26
1.1.2.1 Introducción.....	26
1.1.2.2 Estándares y RFCs.....	27
1.1.2.3 Conceptos básicos.....	28
1.1.2.4 Arquitectura de MPLS.....	30
1.1.2.4.1 Distribución y asignación de etiquetas	30
a) Sentido Descendente solicitado (downstream-on-demand).....	31
b) Sentido Descendente no solicitado (unsolicited-downstream).....	31
1.1.2.4.2 Formato de las etiquetas	31
1.1.2.4.3 La Pila de Etiquetas.....	32
1.1.2.4.4 Control de etiquetas.....	32
a) Control independiente.....	33
b) Control ordenado	33
1.1.2.4.5 Encapsulados	33
a) Encapsulado genérico MPLS.....	33
b) Utilización de campos disponibles del nivel de red o del nivel de enlace	34
1.1.2.4.6 Componentes de un LSR	35
a) FIB (Forwarding Information Base, Base de Información del Reenvío)	35
b) Módulo de determinación de la ruta.....	36
c) Módulo de reenvío	37
1.1.2.4.7 Control de Bucles	37
1.1.2.4.8 Agregación.....	38
1.1.2.4.9 Selección de la ruta	39
a) Encaminamiento salto a salto (hop by hop).....	39
b) Encaminamiento explícito.....	39
1.1.2.4.10 Fusión de Etiquetas	39
1.1.2.4.11 Modos de Retención de Etiquetas.....	40
a) Modo liberal de retención de etiquetas.....	40
b) Modo conservador de retención de etiquetas.....	41
1.1.2.4.12 Espacio de etiquetas	41
1.1.2.5 Protocolos de distribución de etiquetas	42
1.1.2.5.1 MPLS-BGP	42
1.1.2.5.2 LDP(Label Distribution Protocol, Protocolo de Distribución de etiquetas)	43
a) Mensajes LDP	44
b) Uso de FECs.....	44
1.1.2.5.3 RSVP-TE: Extensiones de RSVP para Túneles LSP.....	45
1.2. PROTOCOLOS TCP/IP ^[1.7]	46
1.2.1 PROTOCOLO IP	46
1.2.2 EL DATAGRAMA IP	46
1.2.3 ICMP.....	47
1.2.3.1 Aplicaciones de ICMP.....	47

1.2.4	UDP (USER DATAGRAM PROTOCOL, PROTOCOLO DE DATAGRAMAS DE USUARIO)	48
1.2.5	TCP (TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL, PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSMISIÓN).....	48
1.3.	QoS EN REDES ^{[1.8],[1.11]}	49
1.3.1	INTRODUCCIÓN.....	49
1.3.2	CONDICIONES NECESARIAS PARA LA QoS	50
1.3.3	INTSERV (INTEGRATED SERVICES, SERVICIOS INTEGRADOS)	50
1.3.4	RSVP	51
1.3.4.1	Características de RSVP	51
1.3.4.2	Mensajes RSVP.....	52
1.3.4.3	Funcionamiento RSVP.....	52
1.3.5	DIFFSERV	52
1.3.6	QoS EN REDES MPLS	54
1.3.6.1	Soporte MPLS con DiffServ	54
1.3.6.2	DiffServ junto a la Ingeniería de tráfico de MPLS.....	57
1.4.	ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE REDES ^[1.7]	59
1.4.1	INTRODUCCIÓN.....	59
1.4.2	ESTÁNDARES	60
1.4.3	MIB (MANAGEMENT INFORMATION BASE, BASE DE INFORMACIÓN DE ADMINISTRACIÓN)	60
1.4.3.1	Descripción	60
1.4.4	SNMP (SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL, PROTOCOLO DE ADMINISTRACIÓN DE RED SIMPLE)	61
1.4.5	SNMPv2 (Simple Network Management Protocol, Versión 2)	61
CAPÍTULO 2 . SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED.....		63
2.1.	ANÁLISIS DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED.....	63
2.1.1	TOPOLOGÍA FÍSICA DE LA RED.....	63
2.1.1.1	Regional Norte	64
2.1.1.2	Regional Sur	66
2.1.2	TOPOLOGÍA LÓGICA DE LA RED.....	67
2.1.2.1	Direccionamiento lógico de capa dos.....	67
2.1.2.2	Direccionamiento lógico de capa tres.....	70
2.1.2.2.1	Enrutamiento en la red WAN	72
2.2.	DESCRIPCIÓN DE LOS ENLACES	73
2.2.1	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS ACTUALES DE COMUNICACIÓN MICROONDA.	76
2.2.1.1	Radios Harris Quadralink.....	76
2.2.1.2	Radios Harris MicroStars.....	78
2.2.1.3	Radios Harris Aurora.....	79
2.2.1.4	Radios YDI.....	81
2.3.	DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA PARA EL MONITOREO DE LOS EQUIPOS.	82
2.3.1	INTRODUCCIÓN.....	82
2.3.2	INSTALACIÓN.....	83
2.3.3	CONFIGURACIÓN	83
2.3.3.1	Pasos para configuración de monitoreo de tráfico.	83
2.3.3.2	Pasos para configuración del monitoreo de carga de CPU de un equipo.....	86
2.4.	ANÁLISIS DE CONFIGURACIÓN Y ESTADO DE LOS EQUIPOS DE INTERCONECTIVIDAD.....	88
2.4.1	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.....	88
2.4.1.1	Vanguard 340.....	89
2.4.1.2	Vanguard 6435.....	90
2.4.1.3	Vanguard 6455.....	91
2.4.1.4	IBM 2210.....	91
2.4.1.5	Puertos y tarjetas.....	94
2.4.1.5.1	Tarjetas E1 Fraccionales.....	95
2.4.1.5.2	Tarjetas FXS y FXO.....	96
2.4.1.5.3	Tarjetas E1 Canalizadas	97

2.4.2	PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN.....	97
2.4.2.1	Nodo.....	97
2.4.2.2	Puerto.....	97
2.4.2.3	Estaciones FRI.....	98
2.4.2.4	Interfaz T1/E1.....	99
2.4.2.5	Tabla de ruteo.....	99
2.4.2.6	Conexiones LAN.....	100
2.4.2.7	Estado de interfaces del ruteador.....	100
2.4.2.8	Direcciones LAN y WAN.....	100
2.4.2.9	Puertos Virtuales.....	101
2.4.2.10	Voz.....	101
2.4.2.10.1	Voice Switch Selection Table.....	101
2.4.2.10.2	Parámetros de conmutación de voz centralizada.....	102
2.4.3	ANÁLISIS DE CONFIGURACIÓN.....	102
2.4.3.1	Ruteador de "El Rocío".....	103
2.4.3.2	Ruteador "Pichincha A".....	104
2.4.3.3	Ruteador "Pichincha B".....	106
2.4.3.4	Ruteador en el "Beaterio".....	107
2.4.4	ANÁLISIS DE TRÁFICO Y CARGA EN LOS EQUIPOS.....	108
2.4.4.1	Mediciones de uso de ancho de banda.....	108
2.4.4.2	Mediciones de carga de CPU.....	109
2.5.	DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA UTILIZADA PARA EL MONITOREO DE LAS APLICACIONES.....	110
2.5.1	INTRODUCCIÓN.....	110
2.5.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO ^[2.2]	111
2.5.3	INFORMACIÓN ACTUAL DEL EQUIPO:.....	112
2.5.4	MODOS DE OPERACIÓN.....	113
2.5.4.1	Modo local.....	113
2.5.4.2	Modo compartido.....	113
2.5.5	PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN.....	113
2.5.5.1	Parámetros preinstalación para modo local.....	113
2.5.5.2	Conexión del equipo en la red.....	114
2.5.6	CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE PACKETWISE.....	114
2.5.6.1	Configuración vía browser.....	115
2.5.7	CREACIÓN DE RESPALDOS.....	115
2.5.7.1	Pasos para la creación de respaldos:.....	115
2.5.8	PLUG-INS.....	117
2.5.8.1	Instalación de Plug-ins.....	117
2.5.8.2	Host Analysis.....	120
2.5.8.3	Real Time Graphs.....	121
2.5.8.3.1	Link View.....	121
2.5.8.3.2	Application View.....	122
2.5.8.3.3	Sub Application View.....	123
2.6.	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS APLICACIONES, SU TRÁFICO Y LA ASIGNACIÓN DEL ANCHO DE BANDA.....	124
2.6.1	CORREO ELECTRÓNICO.....	125
2.6.1.1	Características del servicio.....	125
2.6.1.2	Tráfico y asignación de ancho de banda.....	126
2.6.2	SERVICIO WEB.....	126
2.6.2.1	Características del servicio.....	127
2.6.2.2	Tráfico y asignación de ancho de banda.....	127
2.6.3	VNC (VIRTUAL NETWORK COMPUTING).....	128
2.6.3.1	Tráfico y asignación de ancho de banda.....	128
2.6.4	DNS (DOMAIN NAME SYSTEM, SISTEMA DE NOMBRES DE DOMINIO).....	129
2.6.4.1	Tráfico y asignación de ancho de banda.....	129
2.6.5	NetBIOS IP.....	130
2.6.5.1	Tráfico y asignación de ancho de banda.....	130
2.6.6	SNMP.....	131
2.6.6.1	Tráfico y asignación de ancho de banda.....	131
2.6.7	MICROSOFT ACTIVE DIRECTORY.....	132

2.6.7.1	Tráfico y asignación de ancho de banda	132
2.6.8	LDAP (LIGHTWEIGHT DIRECTORY ACCESS PROTOCOL, PROTOCOLO LIGERO DE ACCESO A DIRECTORIOS)	133
2.6.8.1	Tráfico y asignación de ancho de banda	133
2.6.9	KERBEROS	134
2.6.9.1	Tráfico y asignación de ancho de banda	134
2.6.10	DHCP (DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL, PROTOCOLO DE CONFIGURACIÓN DINÁMICA DE EQUIPOS).....	135
2.6.10.1	Tráfico y asignación de ancho de banda	135
2.6.11	BITS (MICROSOFT BACKGROUND INTELLIGENT TRANSFER SERVICE, SERVICIO DE TRANSFERENCIA INTELIGENTE EN SEGUNDO PLANO)	136
2.6.11.1	Tráfico y asignación de ancho de banda	136
2.6.12	CIFS (COMMON INTERNET FILE SYSTEM, SISTEMA COMÚN DE ARCHIVOS DE INTERNET).....	137
2.6.12.1	Tráfico y asignación de ancho de banda	137
2.6.13	RTP (REAL-TIME TRANSPORT PROTOCOL, PROTOCOLO DE TRANSPORTE DE TIEMPO REAL).....	138
2.6.13.1	Tráfico y asignación de ancho de banda	138
2.6.14	TRÁFICO DE VoFR	139
2.7.	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS APLICACIONES CRÍTICAS, SU TRÁFICO Y LA ASIGNACIÓN DEL ANCHO DE BANDA ACTUAL POR LUGAR REMOTO.....	140
2.7.1	APLICACIONES EN LOTUS NOTES.....	142
2.7.1.1	Sistema de HelpDesk	142
2.7.1.1.1	Características del sistema	142
2.7.1.1.2	Funcionamiento del Sistema HelpDesk.....	143
2.7.1.2	Sistema control de inventarios de hardware y software	144
2.7.1.3	Sistema de gestión de viáticos	145
2.7.1.3.1	Funcionamiento del sistema gestión de viáticos	145
2.7.1.4	Análisis de tráfico y ancho de banda	146
2.7.1.4.1	Peticiones cliente-servidor.....	146
2.7.1.4.2	Actualizaciones del servidor al cliente.....	147
2.7.1.4.3	Velocidades de transmisión utilizadas.....	147
2.7.1.4.4	Tamaño de la transacción promedio	147
2.7.2	APLICACIONES SERVIDORES AS-400	148
2.7.2.1	Sistema de Control de Ventas (SCV)	148
2.7.2.2	Sistema de Control de Despachos (SCD)	148
2.7.2.3	Sistema de Movimiento de Productos (MOPRO)	149
2.7.2.4	Sistema de Control de Materiales.....	149
2.7.2.5	Sistema de Liquidación de Contratos (SLC).....	150
2.7.2.6	Sistema de Recursos Humanos	150
2.7.2.7	Sistema de Contabilidad	150
2.7.2.8	Análisis de tráfico y ancho de banda	151
2.7.2.8.1	Peticiones cliente-servidor.....	151
2.7.2.8.2	Actualizaciones del servidor al cliente.....	152
2.7.2.8.3	Velocidades de transmisión utilizadas.....	152
2.7.2.8.4	Tamaño de la transacción promedio	152
2.7.2.8.5	Tráfico generado para impresiones.....	153
a)	Velocidades de transmisión utilizadas.....	153
b)	Tamaño de la transacción promedio	153
2.8.	ANÁLISIS DE SIMULTANEIDAD EN LA RED	154
2.9.	EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO ACTUAL DE LA RED.....	155
2.9.1	EQUIPOS DE INTERCONECTIVIDAD	155
2.9.1.1	Utilización de procesador.....	155
2.9.1.2	Capacidad de memoria	158
2.9.2	ENLACES	158
2.9.3	APLICACIONES	159
2.9.4	SERVIDORES	159

CAPÍTULO 3 ALTERNATIVAS PARA EL NUEVO DISEÑO DE LA RED	161
3.1.	ESTUDIO DE LAS PROYECCIONES DE CRECIMIENTO..... 161
3.2.	ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS PARA LAS APLICACIONES..... 163
3.3.	DISEÑO APLICANDO FRAME RELAY..... 175
3.3.1	TOPOLOGÍA DE LA RED..... 190
3.3.1.1	Topología física..... 190
3.3.1.1.1	Enlaces Redundantes..... 190
3.3.1.1.2	Reemplazo de nodos..... 191
3.3.1.1.3	Eliminación de nodos..... 191
3.3.1.1.4	Agregación de nodos..... 191
3.3.1.2	Topología lógica..... 192
3.3.1.3	Diagramas de la red..... 199
3.3.2	CÁLCULO DE ENLACES..... 199
3.3.3	ESQUEMAS DE QoS..... 208
3.3.4	CÁLCULO DE PARÁMETROS PROPIOS DE LA TECNOLOGÍA..... 211
3.3.5	ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS EQUIPOS PARA SOPORTE DE LA TECNOLOGÍA..... 216
3.3.6	ACTUALIZACIÓN DE LOS EQUIPOS EXISTENTES..... 216
3.3.7	REUBICACIÓN DE LOS EQUIPOS EXISTENTES..... 221
3.3.7.1	Reubicación de los equipos retirados..... 221
3.3.8	UBICACIÓN DE LOS NUEVOS EQUIPOS..... 222
3.3.8.1	Selección de equipos para redundancia..... 222
3.3.8.1.1	Selección Equipos Condijua y Esmeraldas..... 222
3.3.8.1.2	Selección del equipo de Lumbaqui..... 223
3.3.8.1.3	Selección del equipo central..... 223
3.3.8.1.3.1	Múltiples equipos..... 224
3.3.8.1.3.2	Único equipo..... 224
3.3.9	CONFIGURACIÓN MODELO DE LOS EQUIPOS ACTUALES Y NUEVOS DE ACUERDO AL DISEÑO..... 226
3.3.9.1	Nodos Remotos..... 226
3.3.9.1.1	Configuración Básica..... 226
3.3.9.1.2	Configuración Frame Relay..... 227
3.3.9.1.3	VoFR..... 228
3.3.9.1.4	Configuración IP..... 228
3.3.9.1.5	Configuración para QoS..... 229
3.3.9.2	Nodo Central..... 231
3.3.9.2.1	Configuración Básica..... 231
3.3.9.2.2	Configuración Frame Relay..... 231
3.3.9.2.3	Configuración IP..... 232
3.3.9.2.4	Configuración para QoS..... 233
3.3.9.3	Nodos de Paso..... 234
3.3.9.3.1	Configuración Básica..... 234
3.3.9.3.2	Configuración Frame Relay..... 235
3.3.10	PLAN DE MIGRACIÓN..... 235
3.3.10.1	Administración de procesos para la migración..... 235
3.3.10.2	Actividades de migración..... 236
3.4.	DISEÑO APLICANDO MPLS..... 238
3.4.1	TOPOLOGÍA DE LA RED..... 238
3.4.1.1	Topología física..... 241
3.4.1.2	Topología lógica..... 241
3.4.1.2.1	Direccionamiento..... 243
3.4.2	CÁLCULO DE ENLACES..... 247
3.4.2.1	Tráfico LDP..... 247
3.4.3	ESQUEMAS DE QoS..... 256
3.4.4	CÁLCULO DE PARÁMETROS PROPIOS DE LA TECNOLOGÍA..... 259
3.4.5	ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS EQUIPOS PARA SOPORTE DE LA TECNOLOGÍA..... 264
3.4.5.1	Requerimientos de los equipos..... 265
3.4.5.1.1	Tecnologías WAN a soportar..... 265
3.4.5.1.2	Requerimientos Físicos de Hardware..... 266

3.4.6	UBICACIÓN DE LOS NUEVOS EQUIPOS. ^[3.1]	270
3.4.7	CONFIGURACIÓN MODELO DE LOS EQUIPOS ACTUALES Y NUEVOS DE ACUERDO AL DISEÑO.	271
3.4.7.1	Configuración equipo remoto.....	272
3.4.7.2	Configuración equipo de paso	276
3.4.7.3	Configuración equipo central	284
3.4.8	PLAN DE MIGRACIÓN.....	291
3.5.	ANÁLISIS DE HERRAMIENTAS DE MONITOREO Y ADMINISTRACIÓN DE TRÁFICO.....	298
3.5.1	Características NetEnforcer de Allot	298
3.5.2	Comparación de los equipos PacketShaper de Packeteer y NetEnforcer de Allot..	300
3.6.	SELECCIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE MONITOREO Y ADMINISTRACIÓN DE TRÁFICO.....	301
3.7.	CONFIGURACIÓN E INSTALACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE MONITOREO Y ADMINISTRACIÓN DE TRÁFICO SELECCIONADA.	303
3.7.1	Configuración del monitoreo.....	303
3.7.2	Administración de tráfico	305
3.7.3	Reportes.	307
CAPÍTULO 4 ANÁLISIS FINANCIERO DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO		311
4.1.	ANÁLISIS FINANCIERO PARA FRAME RELAY.....	311
4.1.1	INVERSIÓN INICIAL	312
4.1.1.1	Costos de compra de equipos y actualización.	312
4.1.1.2	Costos de instalación.....	314
4.1.1.3	FLUJO DE FONDOS	314
4.1.1.4	Costos de Operación	314
4.1.1.4.1	Costos por el uso de frecuencias para enlaces	314
4.1.1.4.2	Costos de Servicios.....	314
4.1.1.4.3	Costos de Mantenimiento y Soporte.	315
4.1.1.4.4	Costos de Personal	316
4.1.1.5	Flujo de Fondos Efectivo	317
4.1.2	EVALUACIÓN DE PROYECTO	319
4.2.	ANÁLISIS FINANCIERO PARA MPLS	319
4.2.1	INVERSIÓN INICIAL	320
4.2.1.1	Valor en Libros de Infraestructura Actual	320
4.2.1.2	Adquisición de Equipos.....	321
4.2.1.3	Costos de instalación.....	322
4.2.1.4	Capacitación de personal	322
4.2.2	FLUJOS DE FONDOS.....	324
4.2.2.1	Costos de Operación	324
4.2.2.1.1	Costos por el uso de frecuencias para enlaces	324
4.2.2.1.2	Costos de Servicios.....	324
4.2.2.1.3	Costos de Mantenimiento y Soporte.	325
4.2.2.1.4	Costos de Personal	326
4.2.2.2	Flujo de Fondos Efectivo	326
4.2.3	EVALUACIÓN DEL PROYECTO	328
4.3.	SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA DE DISEÑO	328
4.3.1	Comparación técnica.	328
4.3.2	Comparación Financiera.....	329
4.3.3	Selección	330
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		331
5.1.	CONCLUSIONES.....	331
5.2.	RECOMENDACIONES	332
BIBLIOGRAFÍA.....		334
ANEXOS.....		338

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO	14
TABLA1.1. ESTÁNDARES FRAME RELAY ^[1.1]	15
TABLA1.2. CONVENIOS DE IMPLEMENTACIÓN FRAME RELAY ^[1.1]	16
TABLA1.3. USO DE DLCÍ S FRAME RELAY	19
TABLA1.4. PROTOCOLOS PARA ESTADO DE LA CONEXIÓN FRAME RELAY ^[1.10]	26
TABLA1.5. RFCs MPLS	28
CAPÍTULO 2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED	63
TABLA 2.1. DIRECCIONAMIENTO CAPA TRES ^[2.7]	70
TABLA 2.2. DIRECCIONAMIENTO DETALLADO RED WAN (B) ^[2.7]	72
TABLA 2.3. ENLACES COMPARTIDOS CON EL SOTE. ^[2.8]	73
TABLA 2.4. ENLACES EXISTENTES ^[2.8]	74
TABLA 2.5. CARACTERÍSTICAS DE MEMORIA DE LOS ENCAMINADORES (A) ^[2.8]	92
TABLA 2.5. CARACTERÍSTICAS DE MEMORIA DE LOS ENCAMINADORES (B) ^[2.8]	93
TABLA 2.6. TARJETA DE 4 PUERTOS FXS O FXO ^[2.5]	96
TABLA 2.7. TARJETA DE 2 PUERTOS FXS ^[2.5]	96
TABLA 2.8. TABLA DE CONMUTACIÓN DE VOZ RUTEADOR “EL ROCÍO” ^[2.6]	104
TABLA 2.9. PUERTOS VIRTUALES RUTEADOR “PICHINCHA A” ^[2.6]	105
TABLA 2.10. MAPA SOTCP RUTEADOR “PICHINCHA A” ^[2.6]	105
TABLA 2.11. PUERTOS VIRTUALES RUTEADOR “PICHINCHA B” ^[2.6]	106
TABLA 2.12. MAPA SOTCP RUTEADOR “PICHINCHA B” ^[2.6]	107
TABLA 2.13. PUERTOS VIRTUALES RUTEADOR “BEATERIO” ^[2.6]	107
TABLA 2.14. TRÁFICO DESDE RUTEADOR “EL ROCÍO”	109
TABLA 2.15. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PACKETEER ^[2.2]	112
TABLA 2.16. PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN ^[2.2]	114
TABLA 2.17. TIEMPO DE RESPUESTA SMTP	126
TABLA 2.18. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN SMTP	126
TABLA 2.19. TIEMPO DE RESPUESTA HTTP	127
TABLA 2.20. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN HTTP	127
TABLA 2.21. TIEMPO DE RESPUESTA VNC	128
TABLA 2.22. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN VNC	129
TABLA 2.23. TIEMPO DE RESPUESTA DNS	129
TABLA 2.24. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DNS	129
TABLA 2.25. TIEMPO DE RESPUESTA NETBIOS	130
TABLA 2.26. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN NETBIOS	131
TABLA 2.27. TIEMPO DE RESPUESTA SNMP	131
TABLA 2.28. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN SNMP	131
TABLA 2.29. TIEMPO DE RESPUESTA ACTIVE DIRECTORY	132
TABLA 2.30. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN ACTIVE DIRECTORY	133
TABLA 2.31. TIEMPO DE RESPUESTA LDAP	133
TABLA 2.32. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN LDAP	134
TABLA 2.33. TIEMPO DE RESPUESTA KERBEROS	134
TABLA 2.34. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN KERBEROS	135
TABLA 2.35. TIEMPO DE RESPUESTA DHCP	135
TABLA 2.36. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DHCP	136
TABLA 2.37. TIEMPO DE RESPUESTA BITS	137
TABLA 2.38. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN CIFS	137
TABLA 2.39. TIEMPO DE RESPUESTA CIFS	138
TABLA 2.40. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN CIFS	138
TABLA 2.41. TIEMPO DE RESPUESTA RTP	139
TABLA 2.42. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN RTP	139
TABLA 2.43. VELOCIDADES PARA VoFR	140
TABLA 2.44. TIEMPO PETICIONES CLIENTE - SERVIDOR LOTUS NOTES	146
TABLA 2.45. TIEMPO ACTUALIZACIONES SERVIDOR – CLIENTE LOTUS NOTES	147
TABLA 2.46. VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN UTILIZADAS LOTUS NOTES	147
TABLA 2.47. TAMAÑO DE TRANSACCIÓN PROMEDIO LOTUS NOTES	148
TABLA 2.48. TIEMPO PETICIONES CLIENTE - SERVIDOR AS-400	151

TABLA 2.49. TIEMPO ACTUALIZACIONES SERVIDOR - CLIENTE AS-400	152
TABLA 2.50. VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN UTILIZADAS AS-400	152
TABLA 2.51. TAMAÑO DE TRANSACCIÓN PROMEDIO AS-400	153
TABLA 2.52. TRÁFICO DE IMPRESIONES AS-400	153
TABLA 2.53. VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN DE IMPRESIONES AS-400	153
TABLA 2.54. TAMAÑO DE TRANSACCIÓN PROMEDIO DE IMPRESIONES AS-400	154
TABLA 2.55. ANÁLISIS DE SIMULTANEIDAD (A).....	156
CAPÍTULO 3 ALTERNATIVAS PARA EL NUEVO DISEÑO DE LA RED	161
TABLA 3.1. CRECIMIENTO POR ESTACIÓN REMOTA	161
TABLA 3.2. NÚMERO DE EMPLEADOS POR AÑO	162
TABLA 3.3. CRECIMIENTO PARA CADA AÑO	162
TABLA 3.4. ANÁLISIS DE VARIACIONES	164
TABLA 3.5. CALIDAD DE IMAGEN.....	165
TABLA 3.6. CALIDAD DE AUDIO	165
TABLA 3.7. VELOCIDADES CALCULADAS PARA LOS PRÓXIMOS 5 AÑOS	166
TABLA 3.8. NIVEL DE SATISFACCIÓN APLICACIONES LOTUS Y AS-400	168
TABLA 3.9. CÁLCULO VELOCIDADES PARA SERVIDORES IBM	172
TABLA 3.10. CÁLCULO VELOCIDADES PARA IMPRESIONES.....	173
TABLA 3.11. CÁLCULO VELOCIDADES PARA SERVICIO DE PRESENTACIÓN WEB	173
TABLA 3.12. CÁLCULO VELOCIDADES PARA LOTUS NOTES.....	174
TABLA 3.13. VELOCIDADES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (SITUACIÓN ACTUAL) (A).....	178
TABLA 3.13. VELOCIDADES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (SITUACIÓN ACTUAL) (B).....	179
TABLA 3.13. VELOCIDADES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (PRIMER AÑO) (A)	180
TABLA 3.13. VELOCIDADES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (PRIMER AÑO) (B)	181
TABLA 3.13. VELOCIDADES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (SEGUNDO AÑO) (A)	182
TABLA 3.13. VELOCIDADES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (SEGUNDO AÑO) (B)	183
TABLA 3.13. VELOCIDADES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (TERCER AÑO) (A).....	184
TABLA 3.13. VELOCIDADES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (TERCER AÑO) (B).....	185
TABLA 3.13. VELOCIDADES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (CUARTO AÑO) (A)	186
TABLA 3.13. VELOCIDADES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (CUARTO AÑO) (B)	187
TABLA 3.13. VELOCIDADES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (QUINTO AÑO) (A)	188
TABLA 3.13. VELOCIDADES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (QUINTO AÑO) (B)	189
TABLA 3.14. SECTORES DE DIRECCIONAMIENTO	192
TABLA 3.15. SEGMENTOS DE RED PARA FILIALES	193
TABLA 3.16. DIRECCIONAMIENTO REGIONAL NORTE	194
TABLA 3.17. DIRECCIONAMIENTO REGIÓN ORIENTE	195
TABLA 3.18. DIRECCIONAMIENTO REGIÓN INSULAR.....	195
TABLA 3.19. DIRECCIONAMIENTO REGIONAL SUR	196
TABLA 3.20. CÁLCULO DE ENLACES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (SITUACIÓN ACTUAL) (A).....	199
TABLA 3.20. CÁLCULO DE ENLACES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (SITUACIÓN ACTUAL) (B).....	200
TABLA 3.20. CÁLCULO DE ENLACES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (PRIMER AÑO) (A).....	200
TABLA 3.20. CÁLCULO DE ENLACES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (PRIMER AÑO) (B).....	201
TABLA 3.20. CÁLCULO DE ENLACES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (SEGUNDO AÑO) (A)	202
TABLA 3.20. CÁLCULO DE ENLACES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (SEGUNDO AÑO) (B)	203
TABLA 3.20. CÁLCULO DE ENLACES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (TERCER AÑO) (A)	203
TABLA 3.20. CÁLCULO DE ENLACES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (TERCER AÑO) (B)	204
TABLA 3.20. CÁLCULO DE ENLACES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (CUARTO AÑO) (A).....	204
TABLA 3.20. CÁLCULO DE ENLACES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (CUARTO AÑO) (B).....	205
TABLA 3.20. CÁLCULO DE ENLACES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (QUINTO AÑO) (A).....	206
TABLA 3.20. CÁLCULO DE ENLACES POR AÑO POR LUGAR REMOTO (QUINTO AÑO) (B)	207
TABLA 3.21. GRUPOS DE QoS ASIGNADOS A CADA TRÁFICO (A).....	209
TABLA 3.21. GRUPOS DE QoS ASIGNADOS A CADA TIPO DE TRÁFICO (B)	210
TABLA 3.22. PARÁMETROS FRAME RELAY POR AÑO (SITUACIÓN ACTUAL)	211
TABLA 3.22. PARÁMETROS FRAME RELAY POR AÑO (PRIMER AÑO)	212
TABLA 3.22. PARÁMETROS FRAME RELAY POR AÑO (SEGUNDO AÑO) (A).....	212
TABLA 3.22. PARÁMETROS FRAME RELAY POR AÑO (SEGUNDO AÑO) (B).....	213
TABLA 3.22. PARÁMETROS FRAME RELAY POR AÑO (TERCER AÑO) (A)	213
TABLA 3.22. PARÁMETROS FRAME RELAY POR AÑO (TERCER AÑO) (B)	214
TABLA 3.22. PARÁMETROS FRAME RELAY POR AÑO (CUARTO AÑO)	214

TABLA 3.22. PARÁMETROS FRAME RELAY POR AÑO (QUINTO AÑO).....	215
TABLA 3.23. REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS (A).....	217
TABLA 3.23. REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS (B).....	218
TABLA 3.24. CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS INSTALADOS.....	219
TABLA 3.25. CLASIFICACIÓN DE QoS.....	230
TABLA 3.26. PERFIL QLC.....	230
TABLA 3.27. ACTIVIDADES DE MIGRACIÓN.....	237
TABLA 3.27. ACTIVIDADES DE MIGRACIÓN (B).....	238
TABLA 3.28. DIRECCIONAMIENTO POR SECTORES.....	243
TABLA 3.29. DIRECCIONAMIENTO WAN PARA NODO CENTRAL Y CENTROS DE ESTRELLAS.....	244
TABLA 3.30. DIRECCIONAMIENTO WAN PARA ESTRELLAS Y SUS PUNTOS EXTREMOS.....	244
TABLA 3.31. DIRECCIONES SUMARIZADAS POR SECTORES.....	244
TABLA 3.32. DIRECCIONAMIENTO LAN POR SECTORES.....	244
TABLA 3.33. DIRECCIONAMIENTO WAN Y LAN RED PETROCOMERCIAL (A).....	245
TABLA 3.33. DIRECCIONAMIENTO WAN Y LAN RED PETROCOMERCIAL (B).....	245
TABLA 3.33. DIRECCIONAMIENTO WAN Y LAN RED PETROCOMERCIAL (C).....	246
TABLA 3.33. DIRECCIONAMIENTO WAN Y LAN RED PETROCOMERCIAL (D).....	246
TABLA 3.33. DIRECCIONAMIENTO WAN Y LAN RED PETROCOMERCIAL (E).....	247
TABLA 3.34. VELOCIDAD DE ENLACES (SITUACIÓN ACTUAL).....	249
TABLA 3.34. VELOCIDAD DE ENLACES (PRIMER AÑO) (A).....	250
TABLA 3.34. VELOCIDAD DE ENLACES (PRIMER AÑO) (B).....	251
TABLA 3.34. VELOCIDAD DE ENLACES (SEGUNDO AÑO) (A).....	251
TABLA 3.34. VELOCIDAD DE ENLACES (SEGUNDO AÑO) (B).....	252
TABLA 3.34. VELOCIDAD DE ENLACES (TERCER AÑO) (A).....	252
TABLA 3.34. VELOCIDAD DE ENLACES (TERCER AÑO) (B).....	253
TABLA 3.34. VELOCIDAD DE ENLACES (CUARTO AÑO) (A).....	254
TABLA 3.34. VELOCIDAD DE ENLACES (CUARTO AÑO) (B).....	255
TABLA 3.34. VELOCIDAD DE ENLACES (QUINTO AÑO) (A).....	255
TABLA 3.34. VELOCIDAD DE ENLACES (QUINTO AÑO) (B).....	256
TABLA 3.35. GRUPOS DE QoS (APLICACIONES ACTUALES).....	258
TABLA 3.35. GRUPOS DE QoS (APLICACIONES NUEVAS).....	258
TABLA 3.35. GRUPOS DE QoS.....	259
TABLA 3.36. PARÁMETROS PROPIOS DE LA TECNOLOGÍA (SITUACIÓN ACTUAL).....	260
TABLA 3.36. PARÁMETROS PROPIOS DE LA TECNOLOGÍA (PRIMER AÑO) (A).....	260
TABLA 3.36. PARÁMETROS PROPIOS DE LA TECNOLOGÍA (PRIMER AÑO) (B).....	261
TABLA 3.36. PARÁMETROS PROPIOS DE LA TECNOLOGÍA (SEGUNDO AÑO) (A).....	261
TABLA 3.36. PARÁMETROS PROPIOS DE LA TECNOLOGÍA (SEGUNDO AÑO) (B).....	262
TABLA 3.36. PARÁMETROS PROPIOS DE LA TECNOLOGÍA (TERCER AÑO).....	262
TABLA 3.36. PARÁMETROS PROPIOS DE LA TECNOLOGÍA (CUARTO AÑO).....	263
TABLA 3.36. PARÁMETROS PROPIOS DE LA TECNOLOGÍA (QUINTO AÑO) (A).....	263
TABLA 3.36. PARÁMETROS PROPIOS DE LA TECNOLOGÍA (QUINTO AÑO) (B).....	264
TABLA 3.37. EQUIPOS DE NORTEL, 3COM Y CISCO.....	266
TABLA 3.38. REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS (A).....	267
TABLA 3.38. REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS (B).....	268
TABLA 3.39. SOPORTE DE EQUIPOS DE NORTEL, 3COM Y CISCO.....	269
TABLA 3.40. ANÁLISIS DE EQUIPOS.....	269
TABLA 3.41. PRECIOS DE EQUIPOS.....	270
TABLA 3.42. EQUIPOS NODO REMOTO.....	271
TABLA 3.43. EQUIPOS NODO DE PASO.....	271
TABLA 3.44. EQUIPOS NODO CENTRAL.....	271
TABLA 3.45. PROCESO DE MIGRACIÓN 3COM.....	292
TABLA 3.46. ACTIVIDADES PARA MIGRACIÓN (A).....	293
TABLA 3.46. ACTIVIDADES PARA MIGRACIÓN (B).....	294
TABLA 3.47. PACKETSHAPER 2500 VS NETENFORCER AC-402.....	300
TABLA 3.48. REQUERIMIENTOS DE EQUIPO DE ADMINISTRACIÓN DE TRÁFICO.....	301
TABLA 3.49. COMPARACIÓN HERRAMIENTAS ADMINISTRACIÓN DE TRÁFICO.....	302
CAPÍTULO 4 ANÁLISIS FINANCIERO DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO.....	311
TABLA 4.1. COSTOS DE EQUIPOS.....	313
TABLA 4.2. COSTOS ALQUILER ENLACES.....	315

TABLA 4.3. COSTOS DE MANTENIMIENTO	316
TABLA 4.4. COSTOS DE PERSONAL	317
TABLA 4.5. FLUJO DE FONDOS DISEÑO FRAME RELAY	318
TABLA 4.6. VALOR EN LIBROS INFRAESTRUCTURA ACTUAL	321
TABLA 4.7. COSTOS DE EQUIPOS A ADQUIRIR	322
TABLA 4.8. COSTOS DE CURSOS DE CAPACITACIÓN	324
TABLA 4.9. COSTOS ALQUILER ENLACES	325
TABLA 4.10. COSTOS DE MANTENIMIENTO Y SOPORTE.....	326
TABLA 4.11. COSTOS DE PERSONAL	326
TABLA 4.12. FLUJO DE FONDOS DISEÑO MPLS	327
TABLA 4.13. SIMILITUDES Y DIFERENCIAS ENTRE DISEÑOS	329

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO	14
FIGURA 1.1. FORMATO DE TRAMA FRAME RELAY ^[1.3]	18
FIGURA 1.2. PARÁMETROS FRAME RELAY ^[1.5]	21
FIGURA 1.3. “HERTBEAT POLL” DE DISPOSITIVOS PVC ^[1.4]	23
FIGURA 1.4. FUNCIONAMIENTO DE LA RED FRAME RELAY ^[1.2]	24
FIGURA 1.5. NOTIFICACIÓN DE CONGESTIÓN FRAME RELAY ^[1.2]	25
FIGURA 1.6. LSR, LSP EN MPLS ^[1.6]	30
FIGURA 1.7. ETIQUETA GENÉRICA MPLS ^[1.6]	31
FIGURA 1.8. ENCAPSULADO GENÉRICO MPLS ^[1.6]	33
FIGURA 1.9. INTERCAMBIO DE ETIQUETAS ENTRE LSRS ^[1.6]	43
FIGURA 1.10. RELACIÓN ENTRE ToS Y DIFFSERV / ECN ^[1.8]	53
FIGURA 1.11. EQUIVALENCIA ENTRE CABECERA IP Y CABECERA SHIM EN MPLS PARA UN E-LSP ^[1.8] ..	55
FIGURA 1.12. EQUIVALENCIA ENTRE CABECERA IP Y CABECERA SHIM EN MPLS PARA UN L-LSP ^[1.8] ..	55
FIGURA 1.13. TRANSMISIÓN DE UN PAQUETE EN MPLS SIN DIFFSERV ^[1.8]	56
FIGURA 1.14. TRANSMISIÓN DE UN PAQUETE EN MPLS CON DIFFSERV ^[1.8]	57
FIGURA 1.15. MODELO DE ALMACENAMIENTO MÁXIMO (MAM) ^[1.8]	58
FIGURA 1.16. MODELO DE LAS MUÑECAS RUSAS ^[1.8]	59
CAPÍTULO 2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED	63
FIGURA 2.1. UBICACIÓN DE LOS PRINCIPALES NODOS DE LA RED WAN DE PETROCOMERCIAL ^[2.8]	64
FIGURA 2.2. RED WAN DE PETROCOMERCIAL ^[2.8]	69
FIGURA 2.3. RADIOENLACES MICROONDA DE PETROCOMERCIAL REGIONAL NORTE. ^[2.8]	75
FIGURA 2.4. A) VISTA FRONTAL RADIO QUADRALINK, B) VISTA POSTERIOR RADIO QUADRALINK. ^[2.9] ..	76
FIGURA 2.5. CONEXIÓN DE TRIBUTARIOS ^[2.9]	77
FIGURA 2.6. RADIO HARRIS MICROSTAR ^[2.9]	78
FIGURA 2.7. CONEXIÓN DE TRIBUTARIO ^[2.9]	79
FIGURA 2.8. CANAL DE SERVICIO ^[2.9]	79
FIGURA 2.9. VISTA FRONTAL RADIO AURORA ^[2.9]	79
FIGURA 2.10. VISTA FRONTAL RADIO AURORA ^[2.9]	79
FIGURA 2.11. CONEXIÓN DE TRIBUTARIOS ^[2.9]	80
FIGURA 2.12. CANAL DE SERVICIO ^[2.9]	80
FIGURA 2.13. VISTA FRONTAL RADIO YDI ^[2.9]	81
FIGURA 2.14. CONEXIÓN DE TRIBUTARIOS ^[2.9]	81
FIGURA 2.15. CANAL DE SERVICIO ^[2.9]	82
FIGURA 2.16. COMANDO PERL CFGMAKER “TRÁFICO”	84
FIGURA 2.17. ARCHIVO DE CONFIGURACIÓN PARA MONITOREO CONSTANTE	85
FIGURA 2.18. COMANDO WPERL MRTG “TRÁFICO”	85
FIGURA 2.19. PÁGINA WEB DE MONITOREO DE TRÁFICO ^[2.4]	86
FIGURA 2.20. COMANDO PERL CFGMAKER “CPU”	86
FIGURA 2.21. ARCHIVO DE CONFIGURACIÓN PARA CARGA DE CPU	87
FIGURA 2.22. COMANDO WPERL MRTG “CPU”	88
FIGURA 2.23. PÁGINA WEB DE MONITOREO DE CARGA DE CPU ^[2.4]	88
FIGURA 2.24. VISTA FRONTAL RUTEADOR VANGUARD 340 ^[2.9]	89
FIGURA 2.25. VISTA POSTERIOR RUTEADOR VANGUARD 340 ^[2.9]	89
FIGURA 2.26. VISTA FRONTAL RUTEADOR VANGUARD 6435 ^[2.9]	90
FIGURA 2.27. VISTA POSTERIOR RUTEADOR VANGUARD 6435 ^[2.9]	90
FIGURA 2.28. VISTA FRONTAL RUTEADOR VANGUARD 6435 ^[2.9]	91
FIGURA 2.29. VISTA POSTERIOR RUTEADOR VANGUARD 6435 ^[2.9]	91
FIGURA 2.30. RUTEADOR IBM 2210 ^[2.1]	91
FIGURA 2.31. PUERTOS RUTEADOR VANGUARD 340 ^[2.5]	94
FIGURA 2.32. PUERTOS RUTEADOR VANGUARD 6435 ^[2.5]	94
FIGURA 2.33. PUERTOS RUTEADOR VANGUARD 6455 ^[2.5]	95
FIGURA 2.34. TARJETA E1 FRACCIONAL ^[2.5]	95
FIGURA 2.35. CONECTORES RJ11 FXS ^[2.5]	96
FIGURA 2.36. CONECTORES RJ11 FXO ^[2.5]	96
FIGURA 2.37. TARJETA E1 CANALIZADA ^[2.5]	97

FIGURA 2.38. INFORMACIÓN ACTUAL DEL EQUIPO ^[2.3]	112
FIGURA 2.39. CONEXIÓN DEL PACKETSHAPER.....	114
FIGURA 2.40. SELECCIÓN MODO DE OPERACIÓN	115
FIGURA 2.41. CREACIÓN DE RESPALDOS	116
FIGURA 2.42. INSTALACIÓN DE PLUG-INS PASO 2 ^[2.3]	118
FIGURA 2.43. INSTALACIÓN DE PLUG-INS FILE BROWSER ^[2.3]	119
FIGURA 2.44. INSTALACIÓN DE PLUG-INS PASO 4 ^[2.3]	119
FIGURA 2.45. INSTALACIÓN DE PLUG-INS PASO 5 ^[2.3]	120
FIGURA 2.46. HOST ANALYSIS ^[2.3]	121
FIGURA 2.47. GRAFICO EN TIEMPO REAL – VISTA DE ENLACE ^[2.3]	122
FIGURA 2.48. GRAFICO EN TIEMPO REAL – VISTA DE APLICACIÓN ^[2.3]	123
FIGURA 2.49. GRAFICO EN TIEMPO REAL – VISTA DE SUB APLICACIÓN ^[2.3]	124

CAPÍTULO 3 ALTERNATIVAS PARA EL NUEVO DISEÑO DE LA RED161

FIGURA 3.1. CAUSAS DE INCONFORMIDAD APLICACIONES AS-400.....	167
FIGURA 3.2. CAUSAS DE INCONFORMIDAD APLICACIONES LOTUS.....	168
FIGURA 3.3. RED WAN DISEÑO FRAME RELAY	197
FIGURA 3.4. RED WAN DISEÑO FRAME RELAY CAPA 3	198
FIGURA 3.5. TIEMPO ESTIMADO DE MIGRACIÓN (A)	239
FIGURA 3.5. TIEMPO ESTIMADO DE MIGRACIÓN (B)	240
FIGURA 3.6. DISEÑO DE LA RED WAN DE PETROCOMERCIAL CON MPLS.....	242
FIGURA 3.7. DIAGRAMA DE GRANT, MIGRACIÓN MPLS (A).....	295
FIGURA 3.7. DIAGRAMA DE GRANT, MIGRACIÓN MPLS (B).....	296
FIGURA 3.7. DIAGRAMA DE GRANT, MIGRACIÓN MPLS (C)	297
FIGURA 3.8. CONFIGURACIÓN FRAME RELAY EN EQUIPO DE MONITOREO DE TRÁFICO	304
FIGURA 3.9. INFORMACIÓN DE INTERFACES MONITOREADAS	305
FIGURA 3.10. CONFIGURACIÓN DE PARTICIONES DE TRÁFICO.....	306
FIGURA 3.11. CONFIGURACIÓN DE POLÍTICAS DE TRÁFICO	307
FIGURA 3.12. CREACIÓN DE REPORTES	308
FIGURA 3.13. CREACIÓN DE REPORTES DETALLADOS	309
FIGURA 3.14. EJEMPLO DE REPORTE DETALLADO (A).....	309
FIGURA 3.14. EJEMPLO DE REPORTE DETALLADO (B)	310

ANEXOS

ANEXO 1	CONFIGURACION DE EQUIPOS
ANEXO 1.1.	CONFIGURACIÓN “EL ROCÍO”
ANEXO 1.2.	CONFIGURACIÓN “PICHINCHA A”
ANEXO 1.3.	CONFIGURACIÓN “PICHINCHA B”
ANEXO 1.4.	CONFIGURACIÓN “BEATERIO”
ANEXO 2	MEDICIÓN DE USO DE ANCHO DE BANDA DE ESTACIONES.
ANEXO 2.1.	TRÁFICO DESDE EL RUTEADOR “EL ROCÍO” HACIA LAS ESTACIONES REMOTAS
ANEXO 2.2.	TRÁFICO DESDE LAS ESTACIONES REMOTAS
ANEXO 3	CARGA DE CPU EN RUTEADORES
ANEXO 3.1.	EQUIPOS CON PROBLEMAS DE CARGA EN CPU
ANEXO 3.2.	OTROS EQUIPOS CON CARGA NORMAL DE CPU
ANEXO 4	CÁLCULO DE TRÁFICO PARA ESTACIONES REMOTAS
ANEXO 5	TRAFICO DE APLICACIONES
ANEXO 5.1.	INBOUND
ANEXO 5.2.	OUTBOUND
ANEXO 5.3.	BEATERIO
ANEXO 5.4.	GUAYAQUIL
ANEXO 5.5.	SHUSHUFINDI
ANEXO 6	CARGA DE SERVIDORES
ANEXO 7	MODELO DE CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS (DISEÑO FRAME RELAY CON QOS)
ANEXO 7.1.	CONFIGURACIÓN NODO CENTRAL “EL ROCÍO”
ANEXO 7.2.	CONFIGURACIÓN NODO DE PASO
ANEXO 7.3.	CONFIGURACIÓN NODO REMOTO
ANEXO 8	DETALLES TÉCNICOS VANGUARD
ANEXO 8.1.	DETALLES TÉCNICOS VANGUARD 6400
ANEXO 8.2.	VANGUARD 7300
ANEXO 9	DETALLES TÉCNICOS OTROS EQUIPOS
ANEXO 9.1.	CISCO
ANEXO 9.2.	3COM
ANEXO 9.3.	NORTEL
ANEXO 10	COMPARACIÓN DE HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN DE ANCHO DE BANDA ^[3.1]

CAPÍTULO 1.

MARCO TEÓRICO

1.1. TECNOLOGÍAS WAN (*WIDE AREA NETWORK, RED DE ÁREA EXTENDIDA*)

En esta sección se realiza una revisión de los conceptos teóricos de las tecnologías WAN Frame Relay y MPLS, ya que se utilizarán para el diseño de la red de área extendida de Petrocomercial con QoS.

1.1.1 FRAME RELAY ^{[1.1],[1.2]}

1.1.1.1 Introducción

Frame Relay es una tecnología de conmutación rápida de tramas, basada en estándares internacionales, que puede utilizarse como un protocolo de transporte y de acceso en redes públicas o privadas.

Frame Relay proporciona la integración en una única línea de los distintos tipos de tráfico de datos y voz y su transporte por una única red que responde a las siguientes necesidades:

- Alta velocidad y bajo retardo
- Soporte eficiente para tráficos a ráfagas
- Flexibilidad
- Eficiencia
- Buena relación coste-prestaciones
- Transporte integrado de distintos protocolos de voz y datos
- Conectividad "todos con todos"
- Simplicidad en la gestión
- Interfaces estándares

1.1.1.2 Estándares Y Convenios De Implementación

En 1988, el ITU-TSS (*International Telecommunication Union – Telecommunication Standards Section, Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sección de Estándares de Telecomunicaciones*, antiguo CCITT) estableció un estándar (I.122), que describía la multiplexación de circuitos virtuales en el nivel 2, conocido como el nivel de "frame" (trama). Esta recomendación fue denominada Frame Relay.

ANSI tomó lo anterior como punto de partida y comenzó a definir estándares que iban siendo también adoptados por el ITU-TSS (CCITT), estos estándares se los presenta en la tabla 1.1.

Estándares	ITU/TSS	ANSI
Descripción del Servicio	1.233	T1.606
Transferencia de Datos	0.922	T1.618
Señalización	0.933	T1.617
Congestión	1.370	T1.606
Interworking	1.555	

Tabla 1.1. Estándares Frame Relay ^[1.1]

Se constituyó un fórum del sector, el Fórum Frame Relay (del que BT, Concert y BT Telecomunicaciones son miembros) cuyo consenso se refleja en los siguientes convenios de implementación.

Convenios de Implementación	Número
PVC User-to-Network Interface (UNI) Implementation Agreement	FRF.1.2
Frame Relay Network-to-Network Interface (NNI) Implementation Agreement	FRF.2.2
Frame Relay Multiprotocol Encapsulation Implementation Agreement	FRF.3.2
SVC User-to-Network Interface (UNI) Implementation Agreement	FRF.4.1
Frame Relay/ATM PVC Network Interworking Implementation	FRF.5

Frame Relay Service Customer Network Management Implementation Agreement (MIB)	FRF.6
Frame Relay Service Customer Network Management Implementation Agreement	FRF.6.1
Frame Relay PVC Multicast Service and Protocol Description	FRF.7
Frame Relay/ATM PVC Service Interworking Implementation Agreement	FRF.8.2
Data Compression Over Frame Relay Implementation Agreement	FRF.9
Frame Relay Network-to-Network SVC Implementation Agreement	FRF.10.1
Voice over Frame Relay Implementation Agreement	FRF.11.1
Frame Relay Fragmentation Implementation Agreement	FRF.12
Service Level Definitions Implementation Agreement	FRF.13
Physical Layer Interface Implementation Agreement	FRF.14
End-to-End Multilink Frame Relay Implementation Agreement	FRF.15
Multilink Frame Relay UNI/NNI Implementation Agreement	FRF.16.1
Frame Relay Privacy Implementation Agreement	FRF.17
Network-to-Network FR/ATM SVC Service Interworking Implementation Agreement	FRF.18
Frame Relay Operations, Administration and Maintenance Implementation Agreement	FRF.19
Frame Relay IP Header Compression Implementation Agreement	FRF.20

Tabla1.2. Convenios de Implementación Frame Relay ^[1.1]

1.1.1.3 Principios de funcionamiento

A partir de algunos principios básicos sobre la tecnología y el entorno de conectividad en el que se utiliza, el protocolo Frame Relay se basa en los tres principios siguientes:

- El medio de transmisión y las líneas de acceso están prácticamente libres de errores.
- La corrección de errores se proporciona por los niveles superiores de los protocolos de las aplicaciones de usuario.
- La red, en estado normal de operación, no está congestionada, y existen mecanismos estándares de prevención y tratamiento de la congestión.

Primer principio básico: muchos de los protocolos más antiguos, tales como X.25,

se diseñaron para operar a través de circuitos analógicos con errores. Esto exigía al protocolo de comunicación el uso de procedimientos complejos de control de errores y confirmación de información transmitida y recibida correctamente. Con la aparición de líneas de transmisión digitales, se redujo considerablemente la necesidad de estos procedimientos.

Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente tenemos el segundo principio básico de Frame Relay. Se requiere menos carga de proceso en la red para asegurar que los datos se transporten de manera fiable. Por tanto, es lógico el uso de procedimientos simplificados como los de Frame Relay. Esta tecnología ofrece mejor velocidad y rendimiento, porque realiza solamente un mínimo control de errores. Si se produce un error, el protocolo se limita a desechar los datos. Cuando Frame Relay desecha datos erróneos, puede hacerlo sin comprometer la fiabilidad de los datos de usuario, porque los niveles superiores de los protocolos transportados sobre FR (Frame Relay) proporcionarán la corrección de errores.

El tercer principio básico de Frame Relay es que existe una congestión limitada dentro de la red. Frame Relay supone que existe una cantidad ilimitada de ancho de banda disponible. Si se produce una congestión, el protocolo desecha los datos e incluye mecanismos para "notificar explícitamente" al usuario final la presencia de congestión, y confía en que reaccionará ante estas notificaciones explícitas.

1.1.1.4 Formato De Trama

TRAMA FRAME RELAY				
Encaminado por el conmutador FR		Trasporte al conmutador FR	Examinado por el conmutador FR	
1 Octeto	2 Octetos	Longitud variable	2 Octetos	1 Octeto
Flag	Dirección	Información	FCS	Flag

Campo Información

TCP/IP, IPX u otros protocolos LAN
Tramas HDLC/SDLC
Paquetes X.25
Encapsulado Multiprotocolo

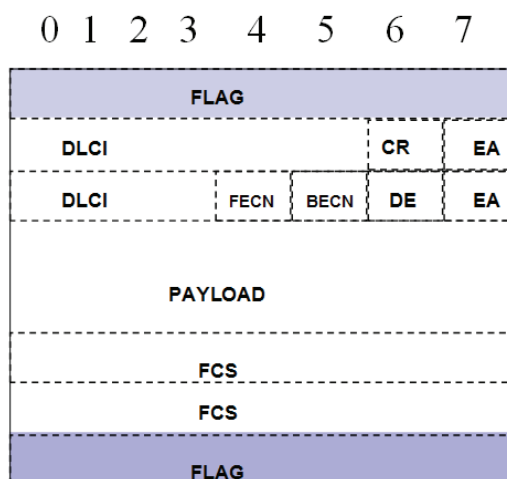


Figura 1.1. Formato de trama Frame Relay ^[1.3]

- *Flags*: Identifican el principio y fin de la trama FLAG=01111110
- *DLCI (Data Link Connection Identifier, Identificador de Conexión de Enlace de Datos)*: 10 bits conforman el mecanismo de direccionamiento de circuitos virtuales, DLCI, repartidos en dos octetos diferentes.

El DLCI será leído por la red y en el nodo de acceso se cruzará en la tabla de referencia de enrutamiento con la conexión lógica correspondiente.

El DLCI identifica las tramas que pertenecen a un circuito virtual.

En un puerto físico pueden tenerse múltiples circuitos virtuales cada uno con su DLCI. El número de cada DLCI solo tiene significado local, no global, razón por la cual puede usarse repetidas veces en la misma red.

No todos los 1024 DLCIs pueden usarse, existen algunos reservados para propósitos especiales:

DLCI	USO
0 y 1023	Reservados para LMI (<i>Link Management Interface, Interface de Administración de Línea</i>)
1019 al 1022	Reservados para Multicast
1 al 15 y 1008 al 1018	Reservados para usos futuros
992 al 1007	Reservados para el manejo de la capa 2 del proveedor del servicio
16 al 991	Usados para datos de usuario

Tabla1.3. Uso de DLCIs Frame Relay

- *CR (Command / Response, Comando / Respuesta)*: Este bit no se usa en Frame Relay. Se reserva para otros protocolos por lo general poleados para identificar solicitud de respuesta.
- *EA (Extended Address, Dirección Extendida)*: Permite que el mecanismo de direccionamiento de DLCI emplee mayor número de bits, generalmente hasta 3 o 4 bytes en total. Si EA=0, indica que existe un siguiente byte detrás de él, si EA=1, indica que es el último byte del campo dirección.
- *FECN (Forward Explicit Congestion Notification, Notificación de Congestión Explícita Hacia Adelante)*
BECN (Backward Explicit Congestion Notification, Notificación de Congestión Explícita Hacia Atrás)
 Indicadores de congestión, indican congestión cuando se encuentran en 1. Uno corresponde al mensaje de congestión en dirección igual a la trama (*FECN*) y otro en dirección inversa (*BECN*).
- *DE (Discard Eligibility, Indicador de Descarte)*: Indica la posibilidad de elegir la trama para ser descartada en caso de ser necesario por congestión. DE=1, trama candidata a ser descartada.

- *Payload (Datos de usuario)*: Posee longitud variable, su valor máximo depende de la red y de los equipos empleados, o de la configuración de éstos. Normalmente los operadores de redes FR la sitúan alrededor de 1600 bytes. La longitud dependerá de la mezcla de tráfico que se desee establecer en la red y la garantía de calidad de servicio que se desee ofrecer.
- *FCS (Frame Check Sequence, Secuencia de Chequeo de Trama)*: Se compone de dos octetos en los que se incluye un código de redundancia cíclica que se compara a los dos extremos de la red.
Comprende toda la trama excepto los flag. Si el código no coincide la trama es descartada, no se maneja ningún esquema de recuperación.

1.1.1.5 Parámetros De La Conexión

Los parámetros descritos a continuación son definidos por suscripción o vía señalización y son controlados para cada circuito virtual, para que de esta manera los usuarios se ajusten a los parámetros que han negociado.

- *AR (Acces Rate, Velocidad del Canal de Acceso)*: Máxima velocidad que el usuario puede disponer.
- *CIR (Committed Information Rate, Tasa de Información Comprometida)*: Tasa a la cual la red se compromete, en condiciones normales de operación, a aceptar datos desde el usuario y transmitirlos hasta el destino. Puede ser distinta en cada sentido. Son las tramas 1 y 2 de la figura 1.2.
- *Bc (Committed Burst Size o Ráfaga Comprometida)*: Es la cantidad de bits transmitidos en el periodo T a la tasa CIR ($CIR = Bc/T$). En las redes Frame Relay se permite al usuario enviar picos de tráfico a la red por encima de CIR, durante intervalos de tiempos muy pequeños, incluidos en el periodo T.
- *Be (Excess Burst Size, Ráfaga en Exceso)*: Es la cantidad de bits transmitidos en el periodo T por encima de la tasa CIR. Si la red tiene capacidad libre

suficiente admitirá la entrada de este tipo de tráfico en exceso (trama 3, figura 1.2), marcándolo con DE activo.

Si se diera el caso de una cuarta trama cuyo tráfico esté por encima de $B_c + B_e$, éste se descarta directamente en el nodo de entrada, (ver figura 1.2).

- T_c (*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.

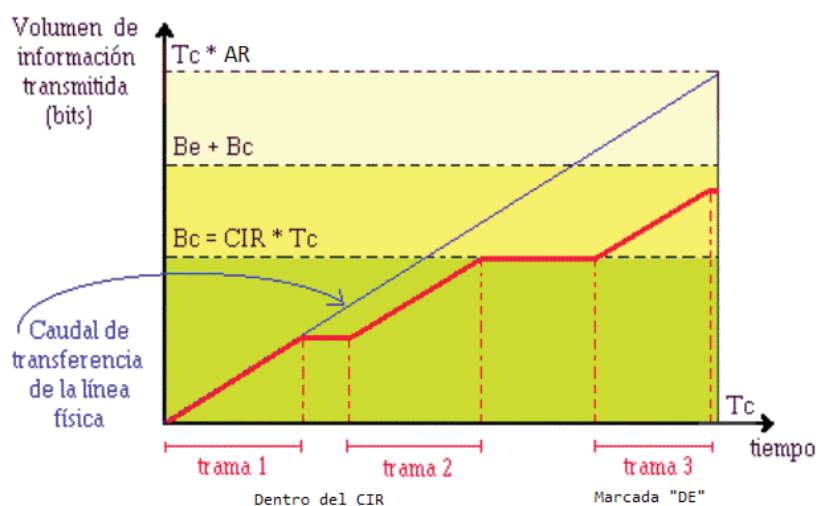


Figura 1.2. Parámetros Frame Relay ^[1.5]

1.1.1.5.1 Sobresuscripción

Un puerto físico tiene varios PVCs¹, y para cada uno de éstos se asigna un valor de CIR. El puerto físico tiene una capacidad máxima (velocidad de acceso), si la suma de todos los CIR en éste es mayor a esta capacidad se tiene sobresuscripción.

¹ Ver Sección 1.1.1.6.1 (Circuitos Virtuales)

1.1.1.6 Modo De Operación

1.1.1.6.1 Circuitos Virtuales

Antes de poder transmitir las tramas con información del usuario debe existir el circuito virtual.

Dos opciones:

PVC (*Permanent Virtual Circuit, Circuito Virtual Permanente*)

SVC (*Switched Virtual Circuit, Circuito Virtual Conmutado*)

a) PVC

Son caminos lógicos que seguirán las tramas entre la fuente y el destino (puertos físicos de los switches) creados por el proveedor, se comportan como una línea dedicada.

Los PVCs son permanentes, una vez establecidos están allí todo el tiempo entre las conexiones de los dos puertos, su comportamiento puede ser predecible.

Los PVCs son virtuales, es decir que no consumen recursos a menos que efectivamente estén transportando información.

La información de señalización que debe ser distribuida consiste en una actualización del estado de los circuitos desde la red hacia los nodos terminales.

De esta forma, la red puede notificar a los usuarios de la incorporación de nuevos circuitos o de la eliminación de los antiguos. La información de estado es distribuida a través de un procedimiento de control mediante una función de autoprueba de calidad de la señal que se denomina "*heartbeat polling*".

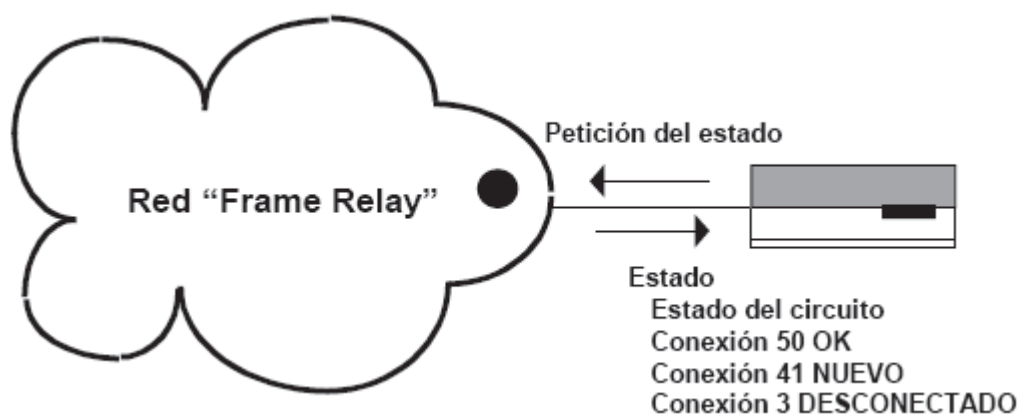


Figura 1.3. "Heartbeat Poll" de dispositivos PVC ^[1.4]

b) SVC

Son circuitos virtuales negociados y establecidos por los equipos de acceso (generalmente encaminadores) y la red. La red establece dinámicamente la ruta de menor retardo. Durante la llamada virtual se mantiene un circuito lógico. Se establece con un paquete "request", se acepta la llamada con un paquete "aceptación", cualquiera de las dos partes puede terminar la conexión.

La señalización SVC se parece a la señalización ISDN para llamadas telefónicas. Consiste en dos capas, enviadas sobre la dirección 0 de la DLCI. En la capa dos, un protocolo llamado Procedimientos de Acceso al Enlace para Tramas LAPF (*Link Access Procedures for Frames, Procedimiento de Acceso al Enlace para Tramas*) asegura la confiabilidad en la entrega de los mensajes de señalización. LAPF es un protocolo basado en estado que reconoce la recepción de todos los mensajes y puede regular el tráfico.

1.1.1.6.2 *Funcionamiento De La Red Frame Relay*

La red Frame Relay obtiene datos de los usuarios en las tramas recibidas, comprueba que sean válidas, y las enruta hacia el destino, indicado en el DLCI del campo "dirección". Si la red detecta errores en las tramas entrantes, o si el DLCI no es válido, la trama se descarta.

El "flag" es la secuencia de comienzo y fin de trama. El campo de "dirección" contiene el DLCI y otros bits de congestión. Los datos de los usuarios se insertan en el campo "Información", de longitud variable que permite transmitir un paquete entero de protocolos LAN.

La figura 1.4 representa cómo se transmite la información de dos usuarios. Lo primero es conectar a los usuarios mediante un acceso Frame Relay (puerto en el nodo de la red más línea de acceso). Después hay que definir en la red un PVC entre los accesos, que es el camino lógico para la transmisión de información. Un usuario puede definir más de un PVC hasta distintos destinos a través de un único acceso Frame Relay. Este concepto se llama multiplexación estadística.

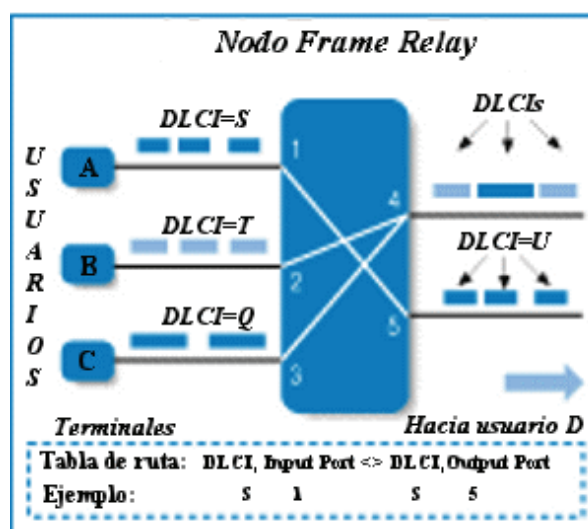


Figura 1.4. Funcionamiento de la Red Frame Relay ^[1.2]

1.1.1.6.3 Mecanismos De Notificación De Congestión

Estos mecanismos se aplican cuando el tráfico entrante de datos en la red crece. En la red las tramas son enviadas desconociendo el estado de congestión de la misma. Si se transmiten tramas por encima de la capacidad comprometida Bc, éstas serán susceptibles a ser descartadas.

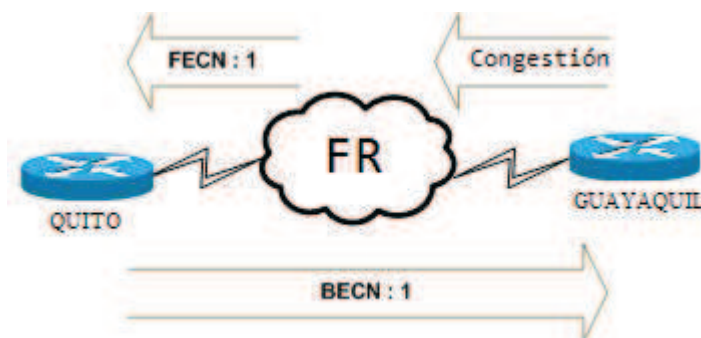


Figura 1.5. Notificación de Congestión Frame Relay^[1,2]

Los bits FECN y BECN son activados por la red cuando empieza a detectar que el tráfico aumenta y debe evitar congestionarse. Así, todas las tramas que pasan por el nodo, hacia el destino (*forward*), hacia el origen (*backward*), con FECN y BECN activados, se entregan a cada equipo de acceso del usuario.

El equipo de acceso que recibe tramas con BECN activo puede reducir la cantidad de información enviada a la red hasta que ya no reciba más. El equipo de acceso conectado en el destino, que recibe tramas con el FECN activo, puede controlar al equipo de acceso conectado en el origen, utilizando mecanismos de control de flujo y ventana de transmisión de niveles superiores.

Las tramas con DE activo pueden ser descartadas por la red si sigue habiendo congestión.

1.1.1.6.4 Estado de la conexión

Para obtener el estado de la conexión se usa el mecanismo LMI (*Local Management Interface, Interfaz de Administración Local*). Es un mecanismo de comunicación (señalización) entre el DTE (generalmente un encaminador) y su respectivo switch FR.

El LMI creado por el Frame Relay Fórum fue modificado por la ANSI y la CCITT creando sus propias versiones.

LMI entre otras cosas permite:

- Conocer el estado de la conexión de último kilómetro entre DTE y la red (*keeps - alive* cada 10 segundos).
- Conocer el estado de los PVCs: Activos, inactivos, borrados, etc (tramas de estado cada minuto).
- Descargar nuevas direcciones para simplificar el proceso de configuración al conectar nuevos dispositivos, estos informan de su presencia.
- Notificar la congestión.

Existen varias versiones:

PROTOCOLO	DESCRIPCIÓN
LMI	Primer LMI creado por FR Fórum
	Usa el DLCI 1023. No muy usado actualmente
	Deja los DLCI 16 - 1007 para datos
ANNEX D	Estándar de la ANSI T1.617
	Conocido como LMI ANSI
	Usa el DLCI 0 Deja los DLCI 16 - 992 para datos
ANNEX A	Estándar ITU Q.933 Similar a Annex D, muy usado en Europa Usa DLCI 0

Tabla1.4. Protocolos para Estado de la Conexión Frame Relay ^[1.10]

1.1.2 MPLS (*MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING, CONMUTACIÓN DE ETIQUETAS MULTIPROCOLO*) ^{[1.6],[1.13],[1.16], [1.18]}

1.1.2.1 Introducción

Uno de los problemas de una red IP convencional, es que los mecanismos de reenvío de paquetes se basan en que cada nodo de la red examina la cabecera de los paquetes y se decide el siguiente salto en el camino, lo que ocasiona que cuando el tamaño de la red aumenta, el número de paquetes que debe procesar cada nodo de la misma se incrementa, una solución al problema descrito es

aumentar la capacidad de procesamiento de los encaminadores, pero esto tiene un límite, la alternativa es usar la conmutación de etiquetas que se basa en los siguientes principios:

- La asignación del camino a seguir por un paquete sólo se realiza en el nodo de entrada.
- El camino asignado se codifica mediante una etiqueta.
- Los siguientes nodos no analizan la cabecera del paquete. El reenvío hacia el nodo siguiente se realiza en base de la etiqueta asignada en la entrada de la red.

Estas características permiten tener las siguientes ventajas:

- La inteligencia para la asignación de caminos se concentra en la frontera de la red.
- El reenvío lo puede realizar un conmutador.
- Permite la definición de rutas explícitas desde el sistema de gestión.

1.1.2.2 Estándares y RFCs

Con el fin de crear una solución estándar y, por tanto independiente de las diferentes arquitecturas y fabricantes, se creó a inicios de 1997 un grupo de trabajo en la IETF quienes decidieron adoptar el término MPLS.

El grupo de trabajo de *MPLS* tenía como objetivos en la elaboración del estándar los siguientes.

- MPLS no está restringido a ninguna tecnología de capa 2.
- El núcleo de la tecnología MPLS debe ser extensible a múltiples protocolos de capa red.
- MPLS debe soportar tanto el modo punto a punto como el punto multipunto.
- MPLS debe ser compatible con el Modelo de Servicios Integrados del IETF.
- Debe ser posible la coexistencia en la misma red de conmutadores MPLS y no-MPLS.
- MPLS debe ser compatible con los procedimientos de operación, administración y mantenimiento de las redes IP.

Entre los RFCs más importantes generados para MPLS están:

Nombre	RFC
Arquitectura <i>MPLS</i>	3031
Codificación del <i>stack</i> de etiquetas <i>MPLS</i>	3443, 4182
Uso de <i>MPLS</i> en redes Frame Relay	3034
Especificaciones de LDP	3036
Soporte de servicios diferenciados en <i>MPLS</i>	3270
Marco de trabajo para multicast <i>IP</i> en <i>MPLS</i>	3353
Encaminador de conmutación de etiquetas	3813
Administración de <i>MPLS</i>	4221
Ingeniería de tráfico en enlaces	4220
Operaciones y Administración de requerimientos para <i>MPLS</i>	4377
Operaciones y Administración de requerimientos para redes <i>MPLS</i> punto-multipunto	4687

Tabla1.5. RFCs MPLS

1.1.2.3 Conceptos básicos

- *Label (Etiqueta)*: Una etiqueta es un identificador de tamaño fijo que tiene significado local. Se usa para reenviar paquetes. Un dispositivo de conmutación de etiquetas reemplazará la etiqueta de un paquete antes de reenviarlo; es decir que las etiquetas sólo tienen significado local en cada interfaz.
- *Dominio MPLS*: Conjunto contiguo de nodos que operan con conmutación de etiquetas y que pertenecen a un mismo dominio de encaminamiento IP (o dominio administrativo).
- *LSR (Label Switching Router, Encaminador de Conmutación de Etiquetas)*: Es un nodo interno de un dominio MPLS que conmuta los paquetes en función de la etiqueta. En algunos casos, dependiendo de la implementación, puede conmutar en función de la cabecera IP.
- *LER (Label Edge Router, Encaminador de Etiquetas Frontera)*: Nodo que conecta un dominio de conmutación de etiquetas con un nodo externo al

dominio, bien porque no soporta la conmutación de etiquetas o porque pertenece a otro dominio de conmutación de etiquetas.

- *LSP (Label Switched Path, Camino de Conmutación de Etiquetas)*: Camino a través de uno o más LSRs en un nivel de la jerarquía, que siguen los paquetes de una FEC particular.
- *FEC (Forwarding Equivalent Class, Clase de Equivalencia Funcional)*: Se usa para describir una asociación de paquetes a una dirección destino, o lo que es lo mismo: grupo de paquetes IP que se reenvían de la misma manera. También se puede asociar el valor de la FEC a una dirección destino y a una clase de tráfico. La clase de tráfico está asociada habitualmente a un número de puerto destino.

Uno de los motivos por los que se utiliza la FEC es permitir agrupar paquetes en clases. Gracias a esta agrupación, el valor de la FEC en el paquete se puede utilizar para establecer prioridades, de tal forma que se da más prioridad a unas FECs sobre otros. Se pueden usar las FECs para dar soporte a operaciones eficientes de QoS (*Quality of Service, Calidad de Servicio*).

- *Reenvío hacia delante (o simplemente reenvío)*: Esta operación la realizan tanto conmutadores como encaminadores y consiste básicamente en encaminar un paquete recibido por la línea de entrada en base a unos campos que contiene el paquete.

Las operaciones que se pueden realizar sobre una etiqueta son:

- *Label Swap (Intercambio de Etiquetas)*: Cuando un LSR recibe un paquete extrae el valor de la etiqueta y accede con él a la tabla de encaminamiento. En dicha tabla de encaminamiento encontrará el nuevo valor de la etiqueta que ha de ponerle al paquete antes de reenviarlo, así como la interfaz de salida por donde ha de mandarlo. También podrá encontrar información sobre si debe o no encolar el mensaje.

- *Label Merging (Fusión de Etiquetas)*: Reemplazo de múltiples etiquetas de entrada para una FEC particular por una sola etiqueta de salida. La figura 1.6 muestra de forma gráfica algunos de estos términos.

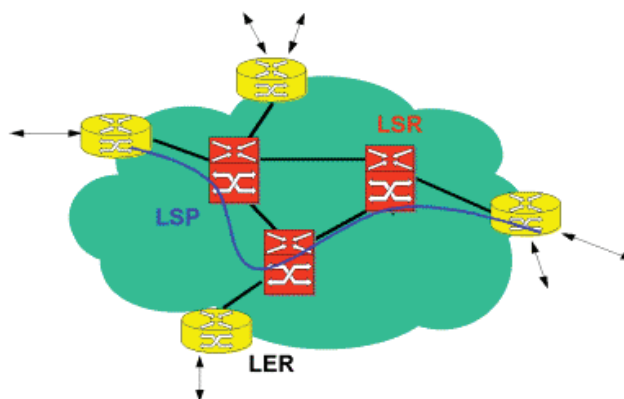


Figura 1.6. LSR, LSP en MPLS ^[1.6]

1.1.2.4 Arquitectura de MPLS

En MPLS, la asignación de un paquete a una FEC se realiza cuando el paquete entra en la red asignándole a dicho paquete una etiqueta. En los siguientes saltos sólo se usará la etiqueta para determinar la interfaz por donde reenviar el paquete, por lo que no será necesario analizar la cabecera del nivel de red. La etiqueta se usa como índice en la tabla de encaminamiento donde se obtiene el siguiente salto y la nueva etiqueta con la que sustituir la anterior. Hay que recordar que las etiquetas son locales a los encaminadores. En MPLS los conmutadores pueden realizar el reenvío, pero éstos no tienen necesidad de analizar las cabeceras del nivel de red.

1.1.2.4.1 Distribución y asignación de etiquetas

En MPLS, la decisión correspondiente a la asignación de una etiqueta a una FEC la realiza el LSR que está en sentido descendente (*downstream*) con respecto a la asociación.

El LSR que está en sentido descendente informa al LSR que está en sentido ascendente de la asociación. Por tanto, las etiquetas se asignan o asocian sentido

descendente y se distribuyen en el sentido que va del LSR que está sentido descendente al LSR que está sentido ascendente.

a) *Sentido Descendente solicitado (downstream-on-demand)*

Un LSR le solicita explícitamente a su siguiente salto una asociación de una etiqueta a una FEC.

b) *Sentido Descendente no solicitado (unsolicited-downstream)*

Un LSR distribuye asociaciones a LSRs que no lo han solicitado explícitamente.

Estas aproximaciones se pueden usar por separado o conjuntamente. En caso de usarlas conjuntamente en una adyacencia de distribución de etiquetas (es decir, cuando se tienen dos LSRs que son pares de distribución de etiquetas) ambos LSRs se tendrán que poner de acuerdo en la técnica a usar.

1.1.2.4.2 Formato de las etiquetas

Una etiqueta MPLS tiene 32 bits. Se sitúa entre la cabecera de nivel 2 y la de nivel 3. La figura 1.7 muestra la estructura de esta etiqueta.



Figura 1.7. Etiqueta Genérica MPLS ^[1.6]

- *Etiqueta:* Valor de la etiqueta. Los siguientes valores de etiqueta son reservados:
 - a) 0: Representa la "etiqueta explícita nula (NULL) IPv4". Esta etiqueta se podrá encontrar en el caso de que sea la única entrada en la pila de

etiquetas e indica que debe ser extraída de la pila de etiquetas y reenviado el paquete basándose en la cabecera del paquete IPv4.

- b) 1: Representa la "etiqueta de alerta del encaminador". Esta etiqueta no puede estar en el último lugar de la pila.
 - c) 2: Representa la "etiqueta explícita nula IPv6". Es igual que el primer caso excepto que se reenvía el paquete basándose en la cabecera IPv6.
 - d) 3: Representa la "etiqueta implícita nula".
 - e) 4-15: Valores reservados
- *Exp*: Uso experimental. No está definido totalmente. Su uso se discute en la implementación de servicios diferenciados.
 - *S*: Bit de apilamiento (Stacking bit). Se usa para apilar etiquetas.
 - *TTL*: (*Time To Live*, *Tiempo de Vida*). Número de nodos (saltos) que puede atravesar el paquete MPLS. Se necesita porque los LSRs intermedios no analizan el campo IP TTL.

1.1.2.4.3 *La Pila de Etiquetas*

En MPLS un paquete puede tener más de una etiqueta, organizadas éstas a modo de pila *LIFO* (*Last In First Out*, *Último en entrar, primero en salir*). A esto se le conoce como pila de etiquetas.

Aunque MPLS soporte una jerarquía gracias a la pila de etiquetas, el procesamiento de un paquete etiquetado es completamente independiente del nivel de la jerarquía. Siempre que se procese una etiqueta, ésta será la de la cima, sin importar cuántas etiquetas pueda haber debajo.

1.1.2.4.4 *Control de etiquetas*

En MPLS existen dos formas para asignar etiquetas a FECs: independiente y ordenado.

a) *Control independiente*

Cuando un LSR reconoce una FEC realizará una asociación de forma independiente de una etiqueta a esa FEC. Una vez hecho esto informará de dicha asociación a los LSRs vecinos (igual que el encaminamiento IP convencional).

b) *Control ordenado*

La asignación de etiquetas ocurre de forma ordenada desde un extremo del LSP hacia el otro. El establecimiento del LSP puede iniciarse por el LSR de entrada o por el LSR de salida del LSP.

MPLS permite tanto el control independiente como el control ordenado. Un LSR sólo necesita implementar uno u otro.

Si se quiere que el control ordenado sea efectivo, se deberá implementar en todos los LSRs.

1.1.2.4.5 *Encapsulados*

Se permiten dos opciones para el encapsulado de datos etiquetados:

a) *Encapsulado genérico MPLS*

La etiqueta MPLS se debe insertar entre la cabecera del nivel de enlace y la cabecera del nivel de red. Esta cabecera también es llamada cabecera *shim*.

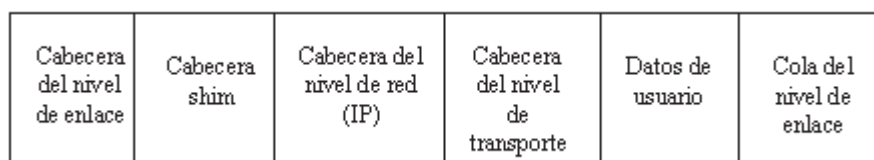


Figura 1.8. Encapsulado Genérico MPLS ^[1.6]

b) *Utilización de campos disponibles del nivel de red o del nivel de enlace*

- *Frame Relay: DLCI*

Cuando se utiliza el DLCI como etiqueta, no tiene sentido hablar sobre los tipos de codificación, ya que la etiqueta se halla en un único campo. Pero la capacidad de direccionamiento si es un factor muy importante a ser considerado, ya que dependerá de la longitud del DLCI.

- *ATM: VPI/VCI*

Se pueden utilizar los campos VPI/VCI para encapsular los datos etiquetados de distinta forma. Se podrán codificar las etiquetas de tres formas diferentes:

1. *Codificación SVC (Switched Virtual Circuit: circuito virtual conmutado):* Se utiliza el campo VPI/VCI. Con esta técnica el LSR no puede apilar ni extraer de la pila de etiquetas.
2. *Codificación SVP (Switched Virtual Path, Camino Virtual Conmutado):* Se utiliza el campo VPI para codificar la etiqueta de la cima de la pila de etiquetas y el campo VCI para codificar la segunda etiqueta de la pila si existe. Esta técnica permite utilizar la conmutación-VP ATM. De esta forma los LSPs son SVPs y el protocolo de distribución de etiquetas sirve como protocolo de señalización ATM. Con esta técnica, el ATM-LSR de salida del camino virtual realiza una operación de extracción de la pila. El inconveniente de esta técnica es que si la red tiene un camino virtual a través de una red no ATM, el campo VPI no estará disponible para que lo use MPLS.
3. *Codificación multipunto SVP:* Se utiliza el campo VPI para codificar la etiqueta de la cima de la pila de etiquetas y parte del campo VCI para codificar la segunda etiqueta si existe. El resto de este campo se utiliza para identificar al LSP de entrada. Con esta técnica se puede utilizar la conmutación-VP ATM para permitir caminos virtuales multipunto-a-punto. Esta técnica depende de la posibilidad para poder asignar valores de 16

bits al campo VCI de cada conmutador ATM de tal forma que no se pueda asignar el mismo valor VCI a dos conmutadores diferentes.

Si hay más etiquetas en la pila de las que se pueden manejar en la cabecera Frame Relay o ATM entonces se tendrán que combinar con la encapsulación genérica.

1.1.2.4.6 Componentes de un LSR

a) FIB (*Forwarding Information Base, Base de Información del Reenvío*)

La FIB se compone de:

- *NHLFE (Next Hop Label Forwarding Entry, Entrada para el reenvío con la etiqueta del siguiente salto)*

La NHLFE se usa cuando se reenvía un paquete etiquetado. Contiene la siguiente información:

1. El siguiente salto del paquete.
2. La operación a realizar en la pila de etiquetas del paquete, que será una de las siguientes:
 - Reemplazo de la etiqueta de la cima de la pila de etiquetas con una nueva etiqueta.
 - Extracción de la pila de etiquetas.
 - Reemplazo de la etiqueta de la cima de la pila de etiquetas con una nueva etiqueta y posterior apilamiento de una o más nuevas etiquetas en la pila de etiquetas.

También puede tener:

- Encapsulación del nivel de enlace a usar cuando se transmita un paquete.
 - Forma de codificar la pila de etiquetas cuando se transmita el paquete.
- *ILM (Incoming Label Map, Correlación de la etiqueta entrante)*
- La ILM correlaciona cada etiqueta entrante con un conjunto de NHLFEs. Se utiliza cuando se reenvían paquetes que llegan como paquetes etiquetados. Si

la ILM correlaciona una etiqueta particular con un conjunto de NHLFEs que contienen más de un elemento, se deberá elegir exactamente un elemento del conjunto antes de reenviar el paquete. La etiqueta de la cima de la pila se utiliza como índice de la ILM. Puede ser útil hacer que la ILM correlacione una etiqueta con un conjunto que contenga más de una NHLFE por si, por ejemplo, se desea hacer un balance de la carga de tráfico a través de múltiples enlaces.

- *FTN: FEC-to-NHLFE (Correlación de la FEC con la NHLFE)*

La FTN correlaciona cada FEC con un conjunto de NHLFEs. Se utiliza cuando se quieren reenviar paquetes que no llegan etiquetados, pero que se quieren reenviar etiquetados. Si la FTN correlaciona una etiqueta particular con un conjunto de NHLFEs que contienen más de un elemento, se deberá elegir exactamente un elemento del conjunto antes de reenviar el paquete.

- b) *Módulo de determinación de la ruta*

En la sección de conceptos básicos a este módulo se lo llama componente de control.

Este módulo construye las entradas de la FIB en una operación MPLS. Con la información de los protocolos de encaminamiento se determinan las FECs para las que se quieren crear NHLFEs. También se obtiene la información del siguiente salto que se necesita para crear la NHLFE.

Dado que en MPLS sólo se permite la asociación de etiquetas río abajo, una NHLFE no tendrá información de la etiqueta de salida hasta que el LSR del mismo nivel que está río abajo le asigne una etiqueta.

Un LSR puede construir las NHLFEs de dos formas:

1. Asignando una o más etiquetas para usar como la etiqueta de entrada, creando ILMs para cada una, asociando cada ILM a un conjunto de NHLFEs y distribuyendo las etiquetas asociadas a los LSRs que están río arriba.
2. Creando FTNs para las FECs con entradas específicas de encaminamiento y asociando cada una a un conjunto de NHLFEs con la información del siguiente salto.

La función de determinación de la ruta se usa también para borrar o actualizar las entradas de la FIB cuando las rutas asociadas a una FEC son removidas o cuando cambia la información del siguiente salto.

c) Módulo de reenvío

La función de reenvío se basa en la comparación exacta entre una etiqueta y la ILM, que a su vez se correlaciona con una NHLFE. El LSR seguirá las instrucciones de manipulación de la etiqueta que indique la NHLFE y enviará el paquete por la interfaz especificada en la información del siguiente salto. Puede ser que el LSR necesite usar la información de encapsulación de nivel de enlace especificada en la NHLFE para encapsular el paquete antes de enviarlo al siguiente salto. Ejemplo de esto último sería un enlace ethernet, en donde la dirección MAC (*Media Access Control, Control de Acceso al Medio*) de la interfaz de salida y el siguiente salto se tienen que incluir en la encapsulación ethernet para poder entregar el paquete al siguiente salto.

1.1.2.4.7 Control de Bucles

En muchos casos para el control de bucles, MPLS actúa de la misma forma que en el encaminamiento *IP* convencional, esto dependerá exclusivamente de cómo sea la cabecera MPLS. En el caso de que exista la cabecera *shim*, ésta tendrá el campo TTL. Si los valores de las etiquetas están codificados en una cabecera del nivel de enlace (por ejemplo, en el campo VPI/VCI de la cabecera ATM), los paquetes son reenviados por un conmutador del nivel de enlace y si el nivel de enlace no tiene un campo TTL, entonces no se podrá actuar de esta forma. A un segmento de un LSP que contenga una secuencia de LSRs que no puedan decrementar el campo TTL de un paquete, se le llama segmento LSP no TTL.

Si se dispone del campo TTL en la cabecera *shim*, se deberá inicializar éste copiándolo del campo TTL de la cabecera del nivel de red. Del mismo modo que en el reenvío *IP* convencional, se deberá decrementar en cada salto (LSR).

Cuando el paquete salga del LSP se copiará el campo TTL de la cabecera shim al campo TTL de la cabecera del nivel de red.

Cuando un paquete sale de un segmento LSP no TTL, el campo TTL deberá reflejar el número de saltos (LSRs) que ha atravesado. Para el caso unicast, se puede propagar la longitud a los LSRs de entrada, de tal forma que éstos decrementen el valor TTL antes de reenviarlos al segmento LSP no TTL.

1.1.2.4.8 Agregación

La arquitectura MPLS define la agregación como el procedimiento mediante el cual se asocia una única etiqueta a una unión de FECs, que será a su vez una FEC (en algún dominio) y que aplica dicha etiqueta a todo el tráfico de la unión.

La agregación puede reducir la cantidad de etiquetas que se necesitan para manejar un conjunto particular de paquetes, y también puede reducir la cantidad necesaria de tráfico de control de distribución de etiquetas.

Dado un conjunto de FECs que pueden ser agregadas en una única FEC, se podrá:

- Agregarlas en una única FEC.
- Agregarlas en un conjunto de FECs.
- No agregarlas.

Por tanto se podrá hablar de grado de granulado de la agregación. La agregación más gruesa se corresponderá con el primer punto y la agregación más fina con el tercero.

Cuando se utiliza el control ordenado, cada LSR deberá tener, para un conjunto de FECs, el mismo grado de granulado para dichas FECs que el siguiente salto.

Cuando se utilice el control independiente se podrá dar el caso en el que dos LSRs adyacentes agreguen un conjunto de FECs de distinta forma.

1.1.2.4.9 Selección de la ruta

MPLS permite usar dos métodos para seleccionar el LSP de una FEC:

a) *Encaminamiento salto a salto (hop by hop)*

El encaminamiento salto a salto es el encaminamiento usual en redes IP. Cada LSR elegirá el siguiente salto hacia donde reenviar los paquetes de una FEC de forma independiente.

b) *Encaminamiento explícito*

Con este tipo de encaminamiento un LSR no podrá elegir el siguiente salto. En vez de eso, un LSR, generalmente el LSR de entrada o el de salida, especificará el conjunto de saltos a usar en el LSP.

El encaminamiento explícito permite dos modos de operación:

- Encaminamiento explícito estricto: se especifica el LSP entero.
- Encaminamiento explícito parcial: se especifica parte del LSP.

La secuencia de LSRs que se deben seguir en un LSP especificado mediante encaminamiento explícito estricto, podrá ser elegida dinámicamente por un nodo o por configuración. Por tanto el encaminamiento explícito es muy útil para la ingeniería de tráfico y para dar soporte a la QoS.

1.1.2.4.10 Fusión de Etiquetas

Un LSR que soporta la fusión de etiquetas, al recibir dos paquetes por dos interfaces de entrada distintas, y/o con etiquetas distintas, puede reenviar ambos paquetes por la misma interfaz de salida y con la misma etiqueta.

Un LSR que no soporta la fusión de etiquetas, al recibir algún par de paquetes por interfaces distintas o con etiquetas distintas, reenviará dichos paquetes por interfaces distintas o con etiquetas distintas. Los LSRs ATM que usen codificaciones SVC o SVP no soportarán la fusión de etiquetas.

Con la fusión de etiquetas sólo se necesita una etiqueta de salida por FEC, mientras que sin fusión de etiquetas el número de etiquetas de salida por FEC podría ser tan grande como el número de nodos de la red.

MPLS soporta tanto LSRs con fusión de etiquetas como LSRs sin fusión de etiquetas. Por tanto, se han definido procedimientos que permiten el uso de LSRs que no soportan la fusión de etiquetas.

Un LSR que soporte la fusión de etiquetas y que esté río arriba sólo necesitará que le manden una etiqueta por FEC. Si no soportase la fusión de etiquetas necesitaría que le mandasen múltiples etiquetas por FEC.

La arquitectura especifica que a un vecino que esté en sentido ascendente que no soporte la fusión de etiquetas, no se le mandarían etiquetas para ninguna FEC, a no ser que lo solicite explícitamente. Dicho vecino podrá realizar múltiples peticiones recibiendo cada vez una nueva etiqueta. Podría ocurrir que el vecino que está en sentido descendente y que está recibiendo dichas peticiones no soporte tampoco la fusión de etiquetas, en cuyo caso le pasará la petición al vecino que esté en sentido descendente.

1.1.2.4.11 Modos de Retención de Etiquetas

Un LSR puede recibir información de asociaciones de etiquetas a FECs que no use. Por tanto, un LSR podrá guardar dicha información o descartarla. Los modos de retención de etiquetas especifican el comportamiento ante tal situación.

a) Modo liberal de retención de etiquetas

Si un LSR soporta el modo liberal de retención de etiquetas, mantendrá las asociaciones entre etiquetas y FECs recibidas de LSRs que no son su siguiente salto para dicha FEC.

La ventaja de este modo es que en el caso de que ocurra un cambio en la topología, las etiquetas de la nueva topología estarán ya en el LSR. El inconveniente es que requiere bastante memoria.

b) Modo conservador de retención de etiquetas

Si un LSR soporta el modo conservador de retención de etiquetas, descartará las asociaciones entre etiquetas y FECs recibidas de LSRs que no son su siguiente salto para dicha FEC.

La ventaja de este modo es que requiere menos memoria que el modo anterior. El inconveniente es el coste en tiempo en la obtención de nuevas etiquetas ante un cambio en la topología.

1.1.2.4.12 Espacio de etiquetas

El espacio de etiquetas se refiere al alcance de una etiqueta en un LSR y cómo este alcance se relaciona con su par adyacente. Se hablará de alcance por interfaz y alcance por plataforma.

Se hablará de espacio de etiquetas por interfaz cuando se pueda interpretar una misma etiqueta de forma distinta dependiendo de su interfaz de entrada.

Se hablará de espacio de etiquetas por plataforma cuando se interprete una etiqueta de la misma forma independientemente de su interfaz de entrada, siempre y cuando estas interfaces sean comunes con su par LSR. Un LSR puede tener múltiples espacios de etiquetas por plataforma, siempre y cuando pueda distinguir a los pares LSR. Por tanto, un LSR no podrá tener múltiples espacios de etiquetas por plataforma si no puede determinar qué interfaces tiene en común con sus pares LSRs.

1.1.2.5 Protocolos de distribución de etiquetas

A medida que se crean y destruyen asociaciones de etiquetas, los LSRs deberán notificarlo a sus vecinos. Para este propósito se utilizan los protocolos de distribución de etiquetas.

La arquitectura MPLS [RFC3301] define el protocolo de distribución de etiquetas como el conjunto de los procedimientos gracias a los cuales un LSR le informa a otro del significado de las etiquetas usadas para reenviar el tráfico a través de ellos.

La arquitectura no impone ningún protocolo específico para la distribución de etiquetas [RFC3036]. De hecho se están normalizando distintos protocolos de distribución de etiquetas. A grandes rasgos distingue entre los protocolos nuevos definidos exclusivamente para la distribución de etiquetas y los que incorporan la etiqueta encima de protocolos existentes de encaminamiento.

1.1.2.5.1 MPLS-BGP

En MPLS se puede utilizar BGP para distribuir la información de asociación de etiquetas para cada ruta que se anuncie. Esto es posible gracias a las *MPE* (*MultiProtocol Extensions, Extensiones Multiprotocolo*) de BGP versión 4 [RFC2283].

Para distribuir las etiquetas se utilizan los mensajes de actualización (utilizando *piggybacking*)², los cuales también se utilizan para distribuir la información de las rutas. La etiqueta se codifica en el campo *NLRI* (*Network Layer Reachability Information, Información de Alcanzabilidad del Nivel de Red*) y para indicar que el campo NLRI contiene una etiqueta, se utiliza el campo *SAFI* (*Subsequent Address Family Identifier, Identificador de Familias de Direcciones Consecutivas*). Un hablante BGP no podrá utilizar BGP para la distribución de etiquetas hacia un igual a no ser que dicho igual le indique que puede procesar mensajes de actualización con el campo SAFI especificado.

² Los mensajes de actualización viajan junto a los mensajes de datos

Para retirar una ruta anunciada previamente un hablante BGP podrá:

- Anunciar una nueva ruta (y una etiqueta) con la misma NLRI que la ruta previa.
- Listando la NLRI de la ruta previa en el campo de retirada de rutas (k de un mensaje de actualización).

Si se termina una sesión BGP también se retiran todas las rutas anunciadas previamente.

1.1.2.5.2 LDP (Label Distribution Protocol, Protocolo de Distribución de etiquetas)

La definición, según [RFC3036], dice que LDP es el conjunto de procedimientos mediante los cuales un LSR se comunica con otro para notificarle el significado de las etiquetas para reenviar el tráfico entre ellos.

El uso más sencillo de LDP consiste en establecer enlaces unitarios de LSPs. Para hacer esto se puede usar la distribución de etiquetas en sentido descendente no solicitado o en sentido descendente por demanda y es compatible con el control ordenado y con el control independiente. Se podrá usar el modo de retención de etiquetas conservador o el liberal. Pero habrá combinaciones no factibles.

LDP es un protocolo muy útil para los casos en los que se desea establecer un LSP a través de LSRs que no soporten *piggybacking* (básicamente ésta es la única ventaja de LDP). LDP es bidireccional y podrá operar entre LSRs adyacentes o no adyacentes.

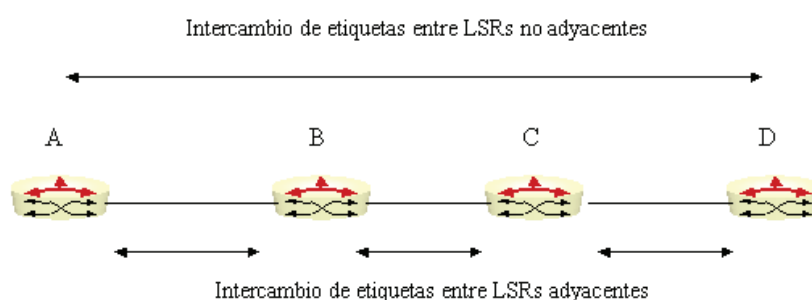


Figura 1.9. Intercambio de Etiquetas entre LSRs ^[1.6]

El protocolo de distribución de etiquetas asocia una FEC con cada LSP que crea. Dos LDPs serán pares LDP (*LDP peers*) cuando ambos LSRs intercambien información de asociaciones de etiquetas y FECs. Para intercambiar dicha información establecerán una sesión LDP.

a) *Mensajes LDP*

Los pares LDP podrán intercambiar cuatro clases de mensajes [RFC3036]:

1. *Mensajes de descubrimiento (discovery messages)*: se usan para anunciar y mantener la presencia de un LSR en la red. Un LSR mandará periódicamente por la red mensajes *HELLO* a través de un puerto UDP con la dirección multicast "todos los encaminadores de esta subred".
2. *Mensajes de sesión*: se utilizan para establecer, mantener y terminar sesiones entre pares LDP. Cuando un LSR descubre a otro por medio de mensajes *HELLO* utilizará un procedimiento de iniciación LDP por medio de TCP.
3. *Mensajes de anuncio (Advertisement Messages)*: se usan para crear, modificar y eliminar asociaciones de etiquetas a FECs. Se transportan vía TCP. Cuando se haya establecido la asociación los pares LDP podrán intercambiar este tipo de mensajes.
4. *Mensajes de notificación*: Los mensajes de notificación también se transportan vía TCP. Hay dos tipos de mensajes de notificación: notificaciones de error y notificaciones de aviso. El primer tipo se utiliza para notificar errores fatales, en cuyo caso terminará la sesión y se descartarán todas las asociaciones de etiquetas aprendidas en dicha sesión. El segundo tipo se utiliza para pasarle a un LSR información de la sesión LDP o el estado de algún mensaje anterior.

b) *Uso de FECs*

Una FEC identificará a un conjunto de paquetes IP que podrán ser enviados a través de un LSP. LDP define dos tipos de FECs:

- Prefijo de dirección
- Dirección de host

Habrà una correspondencia entre una direcci3n particular y un prefijo de direcci3n si la direcci3n comienza con el prefijo. Habrà una correspondencia entre un paquete y un LSP si existe una correspondencia entre el prefijo de direcci3n del LSP y la direcci3n de destino del paquete.

1.1.2.5.3 *RSVP-TE: Extensiones de RSVP para Túneles LSP*

El protocolo de reserva de recurso (*RSVP: Resource reSerVation Protocol, Protocolo de Reserva de Recursos*) se utiliza para reservar recursos para una sesi3n en un entorno de red IP.³

RSVP-TE [RFC3209] define los siguientes objetos extendidos para poder usarse con RSVP:

- Objeto Etiqueta
- Objeto Petici3n de etiqueta
- Objeto Ruta Explícita
- Objeto Registrar Ruta
- Objeto Sesi3n LSP_TUNEL_IPv4
- Objeto Sesi3n LSP_TUNEL_IPv6
- Objeto Plantilla Emisor LSP_TUNEL_IPv4
- Objeto Plantilla Emisor LSP_TUNEL_IPv6
- Objeto Especificaci3n Filtro LSP_TUNEL_IPv4
- Objeto Especificaci3n Filtro LSP_TUNEL_IPv6
- Objeto Atributo Sesi3n
- Objetos TSPEC y FLOWSPEC para clases de servicio
- Objetos *Hello*

Se puede utilizar RSVP para establecer LSPs usando la distribuci3n de etiquetas río abajo por demanda [RFC3209]. Para establecer un LSP, el LSR de entrada mandarà un mensaje *Path*. Dicho mensaje tendrà un Objeto de petici3n de etiqueta

³ Más informaci3n en la secci3n 1.3 Calidad de Servicio en Redes

y un objeto de sesión LSP_TUNEL_IPv4 o LSP_TUNEL_IPv6. Si un nodo no es capaz de realizar una asociación de etiquetas, mandará un mensaje *PathErr* con un error "Clase de Objeto Desconocido".

Un LSR de entrada puede crear una ruta explícita. Esto se consigue añadiendo al mensaje *Path* el Objeto Ruta Explícita. Este objeto encapsula una concatenación de saltos que constituyen el camino explícito. Este camino explícito puede ser especificado por un administrador o puede generarse automáticamente en base a una política determinada y una QoS requerida.

1.2. PROTOCOLOS TCP/IP ^[1.7]

En esta sección se resumirá brevemente las características del *stack* de protocolos TCP/IP a nivel de capas tres y cuatro.

1.2.1 PROTOCOLO IP

El protocolo IP se refiere a la forma de fraccionar los datos a enviar en bloques (paquetes, datagramas). IP es un servicio no confiable, no orientado a conexión (o *de mejor esfuerzo*), que no garantiza la recepción del paquete. El paquete podría llegar errado, en otro orden con respecto a otros paquetes, duplicado o simplemente no llegar. La confiabilidad es proporcionada por el protocolo de la capa de transporte, trabajando en equipo.

Su especificación se puede encontrar en los RFCs 791, 950, 919 y 922, que está actualizado en el RFC 1349.

IP asume pocas cosas de las capas inferiores, sólo que los datagramas "probablemente" serán transportados al host de destino.

1.2.2 EL DATAGRAMA IP

El datagrama IP es la unidad de transferencia en la pila IP. Tiene una cabecera con información para IP, y los datos relevantes para los protocolos superiores.

El datagrama IP está encapsulado en la trama de red subyacente, que suele tener una longitud máxima, para Ethernet, será típicamente de 1500 bytes. En vez de limitar el datagrama a un tamaño máximo, IP trata la fragmentación y el reensamblado de sus datagramas, se establece que todas las redes deberían ser capaces de manejar al menos 576 bytes. Todos los fragmentos poseen una cabecera, copiada básicamente del datagrama original, y de los datos que la siguen. Éstos se tratan como datagramas normales mientras son transportados a su destino. Si uno de los fragmentos se pierde, todo el datagrama se considerará perdido, y los restantes fragmentos se considerarán perdidos.

1.2.3 ICMP

ICMP es un protocolo encargado de generar mensajes de error en caso de fallas durante el transporte de los datos por el cable. La notificación de errores no depende de un centro de gestión de red central. ICMP envía los mensajes de error a todos los host.

Existen situaciones en que se descartan los datagramas de IP. Por ejemplo; puede que no se llegue a un destino porque el enlace se ha caído. Puede que haya expirado el TTL o que sea imposible que un encaminador envíe un datagrama muy grande porque no permite la fragmentación. En fin, todas éstas representan posibles causas de error para el protocolo ICMP.

ICMP notificará el error de manera inmediata a los sistemas en línea.

1.2.3.1 Aplicaciones de ICMP

Las aplicaciones más usadas son: el *Ping* y el *Traceroute*. El *Ping* usa los mensajes ICMP *Echo* y *Echo Reply* para determinar si un equipo es alcanzable. El *Traceroute* envía datagramas IP con bajos TTLs para que expiren durante la ruta que les dirige al destino. Utiliza los valores de los mensajes ICMP *Time Exceeded* para determinar en qué parte de la red expiraron los datagramas y reconstruye así un esquema de la ruta hasta el host de destino.

1.2.4 UDP (*USER DATAGRAM PROTOCOL, PROTOCOLO DE DATAGRAMAS DE USUARIO*)

Para IP, UDP es básicamente un interfaz de aplicación. No añade fiabilidad, control de flujo o recuperación de errores a IP. Simplemente sirve como "multiplexor/demultiplexor" para enviar y recibir datagramas, usando *los puertos* para dirigir los mismos. UDP suministra un mecanismo para que una aplicación envíe un datagrama a otra. Se considera que la capa de UDP es extremadamente delgada, agrega poco "overhead", pero requiere que la aplicación se responsabilice de la recuperación de errores y todo lo que ello conlleva.

1.2.5 TCP (*TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL, PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSMISIÓN*)

TCP es un protocolo orientado a conexión a diferencia de UDP y proporciona una cantidad considerablemente mayor de servicios a las aplicaciones que trabajan sobre UDP, entre los que están la recuperación de errores, control de flujo y fiabilidad.

El propósito de TCP es proporcionar una conexión lógica fiable entre parejas procesos. No asume la fiabilidad de los protocolos de niveles inferiores (como IP) por lo que debe ocuparse de garantizarla.

TCP brinda los siguientes servicios:

- *Transferencia de datos a través de un canal:* Desde el punto de vista de la aplicación, TCP transfiere un flujo continuo de bytes a través de Internet.
Aquí se define la función "push", ésta mandará todos los segmentos que sigan almacenados al host de destino. El cierre normal de la conexión también provoca que se llame a esta función, para evitar que la transmisión quede incompleta.
- *Fiabilidad:* TCP asigna un número de secuencia a cada byte transmitido, y espera un reconocimiento afirmativo (ACK) del TCP receptor. Si el ACK no se recibe dentro de un intervalo de "timeout", los datos se retransmiten. El receptor utiliza los números de secuencia para organizar los segmentos, así como para eliminar segmentos duplicados.

- *Control de flujo*: El TCP receptor, al enviar un ACK al emisor, indica también el número de bytes que puede recibir aún, sin que se produzca sobrecarga y desbordamiento de sus buffers internos.
- *Multiplexación*: Se consigue usando puertos, al igual que en UDP.
- *Conexiones lógicas*: La combinación del estado de la conexión, incluyendo sockets, números de secuencia y tamaños de ventanas, se denomina conexión lógica. Cada conexión se identifica unívocamente por el par de socket del emisor y el receptor.
- *Full Duplex*: TCP garantiza la concurrencia de los flujos de datos en ambos sentidos en la conexión.

1.3. QoS EN REDES ^{[1.8],[1.11]}

1.3.1 INTRODUCCIÓN

Originalmente las redes solo utilizaban técnicas diseñadas para reducir la congestión de la red. Sin embargo con el crecimiento de las redes multimedia, con frecuencia estas medidas ad hoc no fueron suficientes. Bajo estos antecedentes surge el concepto de QoS en las redes y que para su tratamiento puede ser dividido en calidad de servicio activa y pasiva. La primera describe la calidad de servicio experimentada por el tráfico que cruza una red, mientras que el segundo se refiere a los mecanismos que controlan la calidad de servicio experimentada por el tráfico que transita por la red. ⁴

En resumen se habla sobre calidad de servicio como el servicio requerido de varias aplicaciones y sobre mecanismos y funciones de administración de recursos de calidad de servicio como los mecanismos de control de la red que permiten a ésta satisfacer la calidad de servicio.

Actualmente se hace una distinción entre QoS y CoS (*Class of Service, Clase de Servicio*), en esta sección se referirá a CoS como un método para asignar flujos de tráfico a clases separadas y proveer servicios diferenciados basados en clases.

⁴ Clasificación según Yoram Bernet

1.3.2 CONDICIONES NECESARIAS PARA LA QoS

Bajo la definición de QoS planteada, se debe considerar los requerimientos fundamentales que se deben reunir para lograrla. Para obtener la QoS es necesario satisfacer dos condiciones.

La primera es el ancho de banda que debe ser garantizado para una aplicación bajo varias circunstancias incluyendo congestión y fallas.

La segunda es que como una aplicación transita a través de la red, ésta debe recibir el apropiado tratamiento basado en clases incluyendo planeación y descarte de paquetes. Se puede decir que estas dos condiciones son ortogonales. Un flujo puede obtener el suficiente ancho de banda pero puede ser retrasado en el camino (la primera condición es satisfecha mas no la segunda); alternativamente, un flujo puede ser servido apropiadamente en la mayoría de los nodos pero puede ser total o severamente distorsionado por un recorte ocasional de ancho de banda (la segunda condición es satisfecha pero no la primera). Por lo tanto es necesario satisfacer ambas condiciones para obtener una QoS sólida.

1.3.3 INTSERV (*INTEGRATED SERVICES, SERVICIOS INTEGRADOS*)

IntServ ha definido los requerimientos para los mecanismos de calidad de servicio para satisfacer dos objetivos: servir a aplicaciones de tiempo real y el control de ancho de banda compartido entre diferentes clases de tráfico. Con este propósito la arquitectura IntServ define dos tipos de servicio: servicio garantizado y servicio controlado de carga, ambos focalizados en los requerimientos individuales de las aplicaciones.

El servicio garantizado fue definido para proveer un nivel garantizado de ancho de banda, una tasa de retardo constante y pérdidas nulas en colas; y, es usado en aplicaciones de tiempo real como voz y video.

El servicio de carga controlada no incluye ninguna garantía en límites de retardo o ancho de banda. Permite multiplexado estadístico, por lo que es implementado en

forma más eficiente que el servicio garantizado. Es adecuado para aplicaciones adaptativas que requieren algún grado de aseguramiento del desempeño pero sin límites absolutos.

El modelo IntServ se basa en el protocolo RSVP (*Resource reSerVation Protocol, Protocolo de Reserva de Recursos*) para señalar y reservar la QoS deseada para cada flujo en la red.

1.3.4 RSVP

Como su nombre lo indica se utiliza para reservar recursos para una sesión en un entorno de red IP. Se establece esta reserva de recursos para un flujo determinado. Un host hace una petición de una calidad de servicio específica sobre una red para un flujo particular de una aplicación.

1.3.4.1 Características de RSVP

- Está diseñado para trabajar con cualquier servicio de QoS (los objetos propios de la QoS no están definidos por el protocolo).
- Permite Unicast y Multicast. No es un protocolo de encaminamiento, sino que está pensado para trabajar conjuntamente con éstos.
- No transporta datos de usuario.
- Los protocolos de encaminamiento determinan dónde se reenvían los paquetes mientras que RSVP se preocupa por la QoS de los paquetes reenviados de acuerdo con el encaminamiento.
- Es un protocolo simplex: petición de recursos sólo en una dirección, diferencia entre emisor y receptor. El intercambio entre dos sistemas finales requiere de reservas diferenciadas en ambas direcciones.
- Mantenimiento del estado de la reserva (estado blando) en los encaminadores. El mantenimiento de la reserva es responsabilidad de los usuarios finales.
- Permite diferentes tipos de reservas.
- Protocolo transparente para los encaminadores no RSVP.
- Soporta IPv4 e IPv6 aunque no sea un protocolo de transporte.

1.3.4.2 Mensajes RSVP

Existen dos tipos fundamentales de mensajes RSVP:

- *Mensajes Path*: Generados por los emisores. Describen el flujo del emisor y proporcionan la información del camino de retorno hacia el mismo. Se usa para establecer el camino de la sesión.
- *Mensaje Resv*: Generados por los receptores y sirven para hacer una petición de reserva de recursos. Crean el "estado de la reserva" en los encaminadores.

1.3.4.3 Funcionamiento RSVP

La fuente envía un mensaje *Path* a los destinos. Este mensaje se manda a una dirección de sesión. Podrá ser una dirección *unicast* o *multicast*. Cuando el destino reciba el mensaje *Path* podrá enviar un mensaje *Resv* a la fuente, que viajará justo por el camino inverso al mensaje *Path*. El mensaje *Resv* identificará la sesión para la que se quiere hacer la reserva. El mensaje será reenviado hacia la fuente por los encaminadores. Éstos reservarán los recursos necesarios analizando dicho mensaje.

Como RSVP es un protocolo simplex. Los encaminadores reconocerán los paquetes pertenecientes a un flujo examinando la dirección origen y destino, el puerto origen y destino y el número de protocolo. Puesto que RSVP es un protocolo de estado blando, se deberán mandar periódicamente mensajes *Path* y *Resv* para refrescar el estado.

1.3.5 DIFFSERV

Esta arquitectura asume una posición opuesta a la de IntServ. Define CoS (*Classes of Service, Clases de Servicio*), llamados *aggregates* y funciones de administración de recursos de QoS con operación basada en nodo o salto. Las definiciones de CoS incluye un BA (*Behavior Aggregate, Agregado de Comportamiento*), el cual tiene requerimientos específicos para planeación y descarte de paquetes; y, un OA (*Ordered Aggregate, Agregado Ordenado*), el cual realiza una clasificación basada solamente en requerimientos de planificación y

puede incluir algunos valores de precedencia de eliminación. Así un OA tiene una clasificación más extensa que una BA y puede incluir algunos BAs. Las definiciones de comportamiento de un nodo corresponden a las definiciones de CoS. El PHB (*Per Hop Behaviour, Comportamiento Por Salto*) es ofrecido por un BA, mientras que un PSC (*PHB Scheduling Class, Clase de Planificación PHB*) es ofrecido por un OA; el mecanismo PHB incluye planificación y descarte de paquetes, mientras que el PSC sólo incluye planificación.

El modelo DiffServ está basado en la redefinición del significado del campo tipo de servicio en la cabecera IP. La definición original del tipo de servicio no estaba ampliamente implementada y ahora este campo es reducido dentro de los 6 bits correspondientes al DSCP (*DiffServ Code Point, Punto Código DiffServ*) y 2 bits para ECN (*Explicit Congestion Notification, Notificación Explícita de Congestión*).

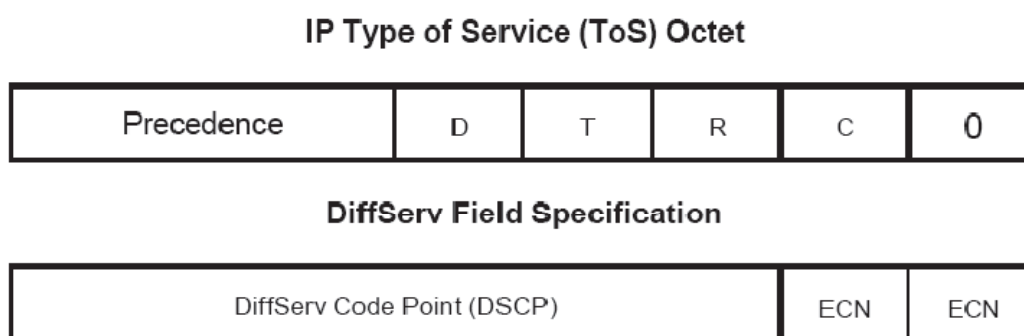


Figura 1.10. Relación entre ToS y DiffServ / ECN ^[1.8]

El valor del campo DSCP se usa para especificar un BA (por ejemplo una clase), el cual es usado por los nodos DiffServ para escoger el PHB apropiado, por ejemplo un tratamiento de cola de servicios. Se han definido catorce PHBs incluyendo uno para EF (*Expedited Forwarding, Reenvío Rápido*), doce para AF (*Assured Forwarding, Reenvío Asegurado*) y un PHB para mejor oferta.

Los doce PHB – AF están divididos en cuatro PSCs, cada PSC – AF consiste en tres sub – comportamientos relacionados a diferentes tratamientos para descarte de paquetes.

En resumen el modelo DiffServ permite clasificar (combinar) microflujos dentro del flujo total (BAs) y luego ofrecer a esos totales tratamiento diferenciado en cada

nodo que soporta DiffServ. Ese tratamiento está reflejado en los mecanismos de colas de servicio, los cuales incluyen planificación y descarte de paquetes. El PHB está reflejado en ambos, en la planificación y descarte, mientras que el PSC aplica solo en la planificación.

La arquitectura DiffServ garantiza el tratamiento basado en la planificación relativa a clases y descarte de paquetes, lo cual es una de las dos condiciones mencionadas como QoS en la parte introductoria.

1.3.6 QoS EN REDES MPLS

Aunque MPLS puede proveer varios modelos de servicios IntServ y distribuir varios tráficos condicionados por sus parámetros. Sin embargo un defecto de esta solución es la carencia de mecanismos de descarte de paquetes; por lo que en esta sección se procederá a analizar únicamente la unión de MPLS con DiffServ como técnica de QoS, ya que su integración provee mecanismos mucho más eficientes que otras técnicas.

1.3.6.1 Soporte MPLS con DiffServ

Se va a revisar la combinación de MPLS y DiffServ para garantizar QoS. DiffServ provee un tratamiento de QoS a agregados de tráfico. Ésta es una solución escalable y operacionalmente simple pues no requiere señalización y estado por flujo. Sin embargo, no puede garantizar QoS, porque no toma en cuenta la trayectoria del paquete, y por lo tanto, durante una congestión o falla, incluso los paquetes de alta prioridad no consiguen un ancho de banda garantizado.

MPLS, por otra parte, puede forzar paquetes en trayectorias específicas y conjuntamente con un encaminamiento basado en restricciones, puede garantizar un ancho de banda para los FECs; pero en esta forma básica, MPLS no especifica un tratamiento diferenciado basado en clases para los flujos de tráfico.

MPLS-DiffServ define dos tipos de LSPs: E-LSPs y L-LSPs. En un E-LSP, una etiqueta se utiliza como indicación de un destino del FEC, y el campo de Exp de 3

bits es para indicar la clase de un flujo para seleccionar su PHB, incluyendo planificación y prioridad de eliminación. Nótese que DiffServ utiliza 6 bits para definir BAs y los PHBs correspondiente, mientras que E-LSP tiene solamente 3 bits para esta función.

En un L-LSP, se utiliza una etiqueta para indicar el destino de un FEC y su prioridad de planificación. El campo Exp en un L-LSP se utiliza solamente para indicar la prioridad de eliminación.

En las figuras 1.11 y 1.12 se muestran la equivalencia entre la cabecera IP y la cabecera shim de MPLS para E-LSP y L-LSP. El término “5 tuple” se refiere a los cinco campos de la cabecera de un paquete IP, incluyendo las direcciones IP fuente y destino, puertos TCP o UDP fuente y destino, y un protocolo que puede ser usado para definir un FEC. El resto se basa en la terminología de DiffServ.

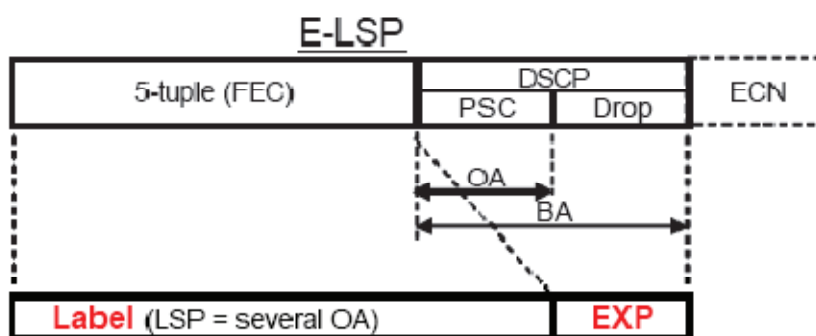


Figura 1.11. Equivalencia entre cabecera IP y cabecera shim en MPLS para un E-LSP ^[1.8]

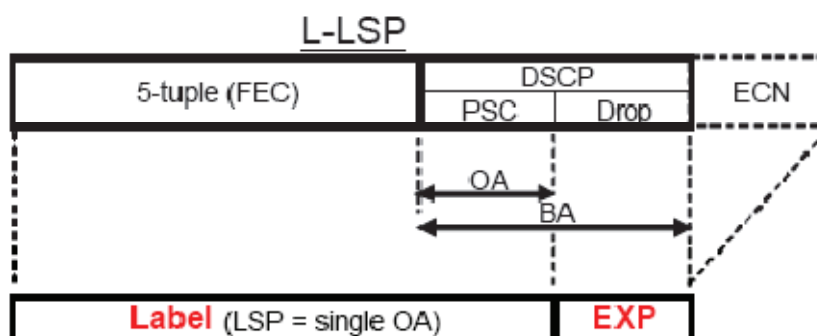


Figura 1.12. Equivalencia entre cabecera IP y cabecera shim en MPLS para un L-LSP ^[1.8]

Cada tipo de LSP tiene sus ventajas y desventajas. Los E-LSPs son más fáciles de operar, y más escalables debido a que ellos preservan etiquetas y usan el campo EXP para características de DiffServ. Pero considerando que la señalización de

MPLS reserva ancho de banda por-LSP, el ancho de banda es reservado para el LSP entero sin la granularidad basada en los PSCs, y puede haber insuficiente ancho de banda en las colas que sirven a algunos PSCs en particular.

Para los L-LSPs, la provisión es más difícil, debido a que son necesarias más etiquetas para marcar todos los PSCs de todos los FEC. Pero (como una etiqueta lleva la información de planificación) cuando el ancho de banda es reservado para un L-LSP dado, se asocia a la cola de prioridad a la cual este LSP pertenece.

En la figura 1.13 se muestra la diferencia entre una trayectoria tomada por paquetes que siguen un encaminamiento del camino más corto (1) y una trayectoria dada por ingeniería de tráfico (2). La segunda trayectoria pudo escogerse porque tiene suficiente ancho de banda para servir a un FEC dado, pero este ancho de banda no está asociado con ninguna clase de servicio específica, y así el tráfico prioritario (VoIP, por ejemplo) puede no tener suficiente ancho de banda.

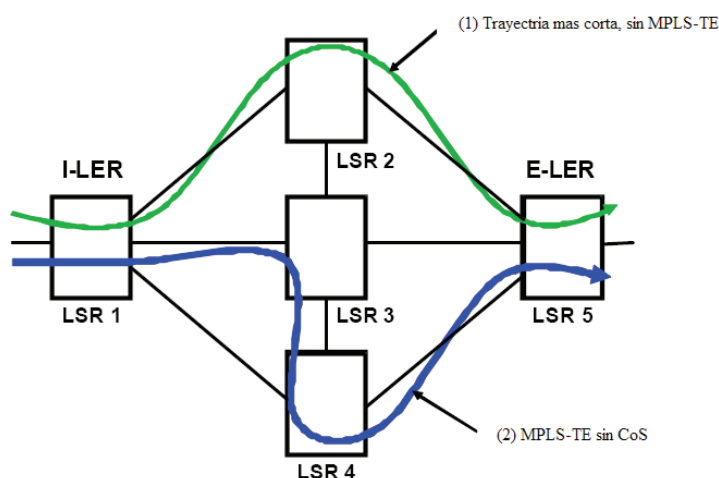


Figura 1.13. Transmisión de un paquete en MPLS sin DiffServ ^[1.8]

A continuación se incluye una mejora en la arquitectura mostrada en la figura 1.13. Las líneas entrecortadas muestran los caminos seguidos anteriormente. Aquí se desarrolla MPLS con DiffServ y las reservas de ancho de banda se pueden hacer con respecto a colas de prioridad específicas. Para el ejemplo se asume que VoIP usa la cola-0, que es la cola superior en cada LSR. El LSR-4 puede tener suficiente ancho de banda a través de todas sus colas, pero no tiene suficiente en

la cola-0, y por lo tanto, la trayectoria (2) no proveerá la QoS apropiada para VoIP. Por esto no se usa la trayectoria a través del LSR-4. Pero si un L-LSP se usa con reservaciones específicas de ancho de banda para la cola-0, el tráfico puede ser encaminado por la trayectoria (3) a través de los LSR-3 y LSR-2, y la VoIP puede ser entregada con QoS garantizada.

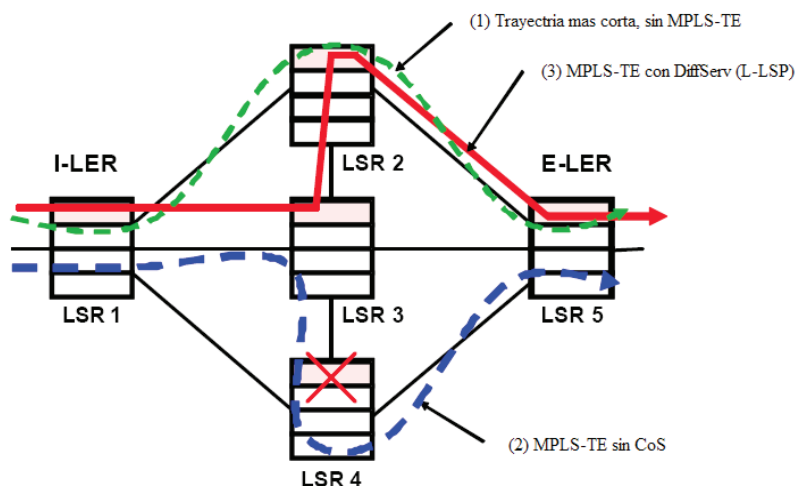


Figura 1.14. Transmisión de un paquete en MPLS con DiffServ ^[1.8]

1.3.6.2 DiffServ junto a la Ingeniería de tráfico de MPLS

En la sección anterior se describió la operación de MPLS en redes con LSRs habilitados con DiffServ, pero para lograr esta funcionalidad y la QoS resultante estas redes deben ser manejadas cuidadosamente aplicando TE por cada clase.

La meta esencial de DS-TE (*DiffServ-aware MPLS Traffic Engineering*) es garantizar ancho de banda por separado para cada tipo de tráfico a fin de mejorar y optimizar sus requerimientos de QoS. El modelo de DS-TE modifica el existente modelo TE, basado en agregados, habilitando un modelo más granular utilizando TE basada en CoS, donde una CoS es definida por el modelo como un conjunto de agregados ordenados (OA) generados desde el nivel de enlace al nivel de red.

En el modelo de DS-TE, el ancho de banda garantizado basado en CoS es alcanzado por dos nuevas funciones de red.

- Reservaciones de ancho de banda separadas para los diferentes grupos de clases de tráfico y
- Procedimientos de control de admisión aplicados por cada clase.

Para describir estas dos funciones, el modelo de DS-TE introduce dos nuevos conceptos:

- CT (*Type of Class, Tipo de Clase*) que es agrupar el tráfico troncal (TT) basados en sus valores de CoS de modo que ellos compartan la misma reservación de ancho de banda, y donde un solo CT puede representar una o más clases.
- BC (*Bandwidth Constraint, Restricción de Ancho de Banda*) que es un límite porcentual del ancho de banda del enlace que un CT particular o un grupo de TCs pueden tomar para sí.

Las relaciones entre CT y BC son definidas en los modelos de restricción de ancho de banda (Modelos BC). En la actualidad el TE – WG (*Traffic Engineering – Work Group*) ha definido dos modelos de BC:

- MAM (*Maximum Allocation Model, Modelo de Almacenamiento Máximo*) (DSTE-MAM): el cual asigna una BC a cada CT como se ilustra en la figura 1.15, y
- RDM (*Russian Dolls Model, Modelo de las Muñecas Rusas*) (DSTE-RUS): el cual asigna una BC a grupos de CT de tal manera que un CT con los requerimientos más estrictos de QoS (CT₇) reciba su propia reservación de ancho de banda (BC₇); el CT con el siguiente requerimiento de QoS (CT₆), comparte la reservación de ancho de banda BC₆ con CT₇ (BC₆ > BC₇); y, así sucesivamente hasta CT₀ el cual comparte BC₀ (el ancho de banda completo del enlace) con todos los demás tipos de tráfico.

Estos modelos se ilustran en las siguientes figuras.

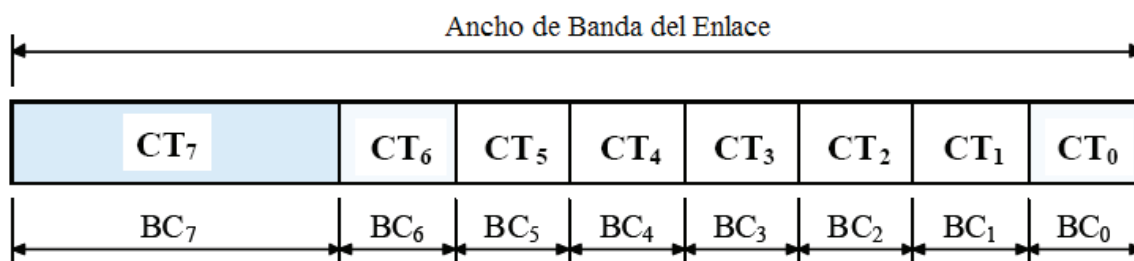


Figura 1.15. Modelo de Almacenamiento máximo (MAM) ^[1.8]

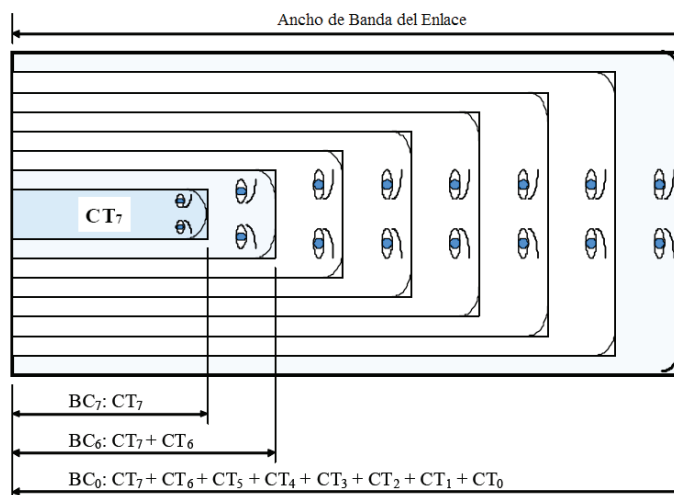


Figura 1.16. Modelo de las Muñecas Rusas ^[1.8]

El modelo DS-TE también define un mecanismo que permite la liberación de ancho de banda compartido ocupado por tráfico de baja prioridad cuando llega tráfico de una prioridad más alta. Introduce el concepto ingeniería del tráfico de clases (TE-Class), donde una TE-Class es definida por dos parámetros: Tipo de Clase (CT) y prioridad preferente (p). Dos o más TE-Class pueden contener el mismo CT con diversos valores de p, o diversos CTs con los mismos valores de p, así se permite la preferencia y preservación de LSPs en y entre CTs.

Una definición de la relación entre CoSs y CTs está también muy abierta a las puestas en práctica del operador de red. Ciertas clases del tráfico pueden no ser muy diferentes entre ellas para garantizar PSCs y ancho de banda separados.

1.4. ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE REDES ^[1.7]

1.4.1 INTRODUCCIÓN

Con el crecimiento en tamaño y complejidad de las redes basadas en TCP/IP, la necesidad de mecanismos de gestión de red se ha vuelto muy importante. En la actualidad, los protocolos que forman el soporte de la gestión de red son:

1. *SMI (Structure and Identification of Management Information, Información de Administración de Estructura e Identificación)*: Describe cómo se definen los objetos gestionados contenidos en la MIB.

2. *MIB-II (Management Information Base, Base de Información de Administración)*: Describe los objetos gestionados contenidos en el MIB.
3. *SNMP (Simple Network Management Protocol, Protocolo de Administración de Red Simple)*: Define el protocolo usado para gestionar estos objetos.

1.4.2 ESTÁNDARES

SNMP es un protocolo estándar de Internet. Su status es recomendado. Su especificación actual se encuentra en el RFC 1157 - SNMP.

MIB-II es un protocolo estándar de Internet. Su status es recomendado. Su especificación actual se encuentra en el RFC 1213 - MIB-II.

OIM-MIB-II es un protocolo propuesto como estándar de Internet. Su status es electivo. Su especificación actual se encuentra en el RFC 1214 - Gestión OSI Internet Management: MIB.

1.4.3 MIB (MANAGEMENT INFORMATION BASE, BASE DE INFORMACIÓN DE ADMINISTRACIÓN)

1.4.3.1 Descripción

El MIB define los objetos que pueden ser gestionados para cada capa en el protocolo TCP/IP. Hay dos versiones, MIB-I y MIB-II. MIB-I fue definida en el RFC 1156, y está clasificado ahora como protocolo *histórico* con status *no recomendado*.

Cada nodo gestionado soporta sólo los grupos apropiados. Por ejemplo, si no hay pasarela, el grupo EGP no tiene por qué estar incluido. Pero si un grupo es apropiado, todos los objetos en ese grupo deben estar soportados.

1.4.4 SNMP (*SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL, PROTOCOLO DE ADMINISTRACIÓN DE RED SIMPLE*)

SNMP añadió las mejoras de muchos años de experiencia con SGMP (*Simple Gateway Monitoring Protocol, Protocolo Simple de Monitoreo de Puerta de Enlace*) y le permitió trabajar con los objetos definidos en el MIB con la representación del SIM.

El RFC 1157 define NMS (*Network Management Station, Estación de Administración de Red*) como una estación que ejecuta aplicaciones de gestión de red (NMA) que monitorizan y controlan elementos de red (NE) como hosts, pasarelas y servidores de terminales.

Un mensaje de SNMP consiste en un identificador de la versión, un nombre de la comunidad SNMP y un PDU (*Protocol Data Unit, Unidad de Datos de Protocolo*). Toda implementación de SNMP debe soportar las cinco PDUs siguientes:

- *GetRequest*: Recuperar los valores de un objeto del MIB
- *GetNextRequest*: Recorrer parte del MIB
- *SetRequest*: Alterar los valores de un objeto del MIB
- *GetResponse*: Respuesta de *GetRequest*, *GetNextRequest* y *SetRequest*
- *Trap*: Capacidad de los elementos de red para generar eventos como la inicialización., reinicio o fallo en el enlace del MA. Hay siete tipos de traps definidos en el RFC 1157: *coldStart*, *warmStart*, *linkDown*, *linkUp*, *authenticationFailure*, *egpNeighborLoss* y *enterpriseSpecific*.

1.4.5 SNMPv2 (*Simple Network Management Protocol, Versión 2*)

La infraestructura de la versión 2 de SNMP se publicó en abril de 1993 y consiste en 12 RFCs, incluyendo el primero (el 1441, que es una introducción). En agosto de 1993 los 12 RFCs se convirtieron en un estándar con status electivo.

Esta infraestructura consta de las siguientes disciplinas:

- SMI (*Structure of Management Information*)
Definición del subconjunto de ASN.1 para la creación de módulos MIB. Descripción en el RFC 1442.
- Convenios textuales
Definición del conjunto inicial de convenios textuales disponible para todos los módulos MIB. Descripción en el RFC 1443.
- Operaciones del protocolo
Definición de las operaciones del protocolo con respecto a las PDUs enviadas y recibidas en el RFC 1448.
- Mapeados de transporte
Definición del mapeado de SNMPv2 sobre un conjunto inicial de dominios de transporte ya que se puede utilizar en diferentes pilas de protocolo. El mapeado en UDP es el preferido. El RFC también define OSI, AppleTalk, IPX, etc. Descripción en el RFC 1449.
- Instrumentación del protocolo
Definición del MIB y del MIB Manager-Manager. Descripción en los RFCs 1450 y 1451.
- Compatibilidades
Definición de la compatibilidad o capacidad de notación de los agentes. Descripción en el RFC 1444.

CAPÍTULO 2.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED

2.1. ANÁLISIS DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED

Actualmente la red de área extendida de Petrocomercial cubre las cuatro regiones del país con 46 puntos, de los cuales 6 son nodos de paso y 40 son puntos finales que se unen a las redes LAN de cada localidad. A continuación se analiza la topología física y lógica de la red.

2.1.1 TOPOLOGÍA FÍSICA DE LA RED.

La red WAN tiene una interconexión física mediante dos estrellas bien definidas con centros en los nodos de paso de Pichincha y Guayas, con enlaces directos o a través de otros puntos de paso que forman pequeñas estrellas periféricas, hacia los puntos terminales de la red. Estas dos estrellas finalmente se juntan en el nodo de interconexión central ubicado en el edificio El Rocío en Quito.

Esta interconexión física obedece a la estructura organizacional de la empresa que se compone de dos regionales: la Regional Norte con centro en Quito y la Regional Sur con centro en Guayaquil.

En la figura 2.1 se puede observar la ubicación física de los nodos de la red WAN de Petrocomercial.

A continuación se explica la distribución de estos puntos de acuerdo a la estructura organizacional de la empresa.

2.1.1.1 Regional Norte

En lo correspondiente a la estrella de la Regional Norte se tienen dos puntos de paso o interconexión, entre los que se distribuye las conexiones de la costa norte, sierra centro y el oriente y el enlace a la estrella de la regional Sur.



Figura 2.1. Ubicación de los principales nodos de la red WAN de Petrocomercial^[2.8]

Al primer punto de interconexión se tiene enlaces a los puntos de:

- Ambato
- Gasolinera
- Santo Domingo
- Esmeraldas (punto de interconexión)
 - Cabecera Esmeraldas
 - Gaspetsa
 - Sucursal
 - Esmeraldas Petroindustrial, y
- El punto de conexión al encaminador central de El Rocío

En el segundo punto de interconexión se encuentran:

- Aeropuerto
- Oyambaro
- Condijua (Punto de interconexión)
 - Shushufindi Petroindustrial
 - Shushufindi Sucursal
 - Shushufindi Cabecera
 - Osayacu
- Beaterio
- Encaminador de Petroindustrial conectado al encaminador central de El Rocío

Como se explicó, esta red finalmente se conecta al encaminador central en el edificio matriz de “El Rocío” en Quito, en el cual se tiene también conexiones directas a otros puntos donde Petrocomercial llega por sus enlaces sin pasar por nodos intermedios, o mediante infraestructura arrendada. Estos puntos se los puede clasificar en tres grupos que son:

Puntos a los que se llega con enlaces propios:

- Chalpi
- Corazón
- Faisanes
- Quijos

Puntos a los que se llega mediante enlaces arrendados a Impsat

- Baltra
- Puerto Ayora

Puntos a los que se llega mediante Andinados

- Cuenca
- Riobamba

2.1.1.2 Regional Sur

En la estrella de la regional Sur, de igual manera se tienen dos equipos de paso, que harán la función de centro de esta estrella y a la que se conectarán las localidades de costa sur y sierra sur.

Al primer nodo de paso se encuentran conectados:

- Manta
- Cabecera Petrocomercial
 - Cabecera Petroindustrial
- Conexión al segundo nodo de la estrella de la Regional Sur

Al segundo nodo de paso están conectados:

- Fuel Oil
 - Salitral
- Pascuales Petrocomercial
 - Pascuales B
- Propanero
- Regional Guayaquil Petrocomercial
 - Loja
- Ecuafuel Petrocomercial
- Sucursal Libertad
- Tres Bocas
 - PEC Tres Bocas
- Conexión al segundo nodo de la estrella de la Regional Norte.

2.1.2 TOPOLOGÍA LÓGICA DE LA RED.

La topología lógica de la red WAN de Petrocomercial, sigue la misma estructura que a nivel físico, esto es dos estrellas unidas, en capa dos. A nivel de capa tres se pretende tener una administración centralizada en Rocío, pero como se explicará en el direccionamiento esto no ha sido posible, debido a una mala planificación del direccionamiento en esta capa y por mantener el modelo de estructura de capa enlace.

A continuación, se hará referencia a los direccionamientos lógicos de la red, tanto de capa dos como de capa tres, para entender el funcionamiento de la red WAN.

2.1.2.1 Direccionamiento lógico de capa dos.

La Red WAN utiliza la tecnología Frame Relay en la capa de enlace, por lo que el direccionamiento se realiza en base a DLCIs, que forman circuitos virtuales permanentes en toda la red.

Para explicar el direccionamiento de la red Frame Relay, es necesario mencionar que los equipos que forman esta red son de marca Motorola Vanguard, y estos equipos manejan dos conceptos básicos:

FRI (Frame Relay Interface, Interfaz Frame Relay): Es la capacidad que se le asocia a un puerto físico o lógico, para que soporte la tecnología Frame Relay, en todo caso, siempre un puerto lógico va a estar soportado sobre un puerto físico.

UN FRI puede soportar:

- Puertos con interfaces Frame Relay DTE en nodos Vanguard
- Transmitir y recibir tramas a través de nodos Vanguard, con Frame Relay T1.617 con Anexo G o sin él.
- Protocolos estándares ANSI, Anexo D, LMI (*Local Management Interface, Interfaz de Administración local*), Q.933 Anexo A.

FRI Station (Frame Relay Interface Station, Estación de una Interfaz Frame Relay):
La estación es la encargada de generar un camino virtual y todo lo referente al mismo, sea éste conmutado o permanente, entre dos nodos Frame Relay, para que se puedan comunicar; por tanto una estación FRI sólo puede configurarse con un único DLCI y una Interfaz Frame Relay puede manejar máximo 254 estaciones FRI.

Existen 2 tipos de Estaciones FRI que pueden ser creadas:

- Una estación que maneje Anexo G, la cual soporta transmisión de datos encapsulados en X.25, y se refiere al mismo como un enlace lógico X.25.
- Una estación Bypass, que transmite los datos siguiendo el RFC 1490 de la IETF.

Con la ayuda de estos dos conceptos y teniendo presente que los DLCIs tienen significado local, es conveniente expresar el direccionamiento de la red, en función del puerto y la estación que está generando el circuito virtual, así para hablar de un enlace que se genera entre dos puntos en lugar de referirse a los DLCIs que lo forman, se hará referencia al puerto y la estación que lo generan utilizando la siguiente nomenclatura:

P4S1 será Puerto 4 Estación 1, lo que hará alusión indirectamente al DLCI, que por defecto en estos equipos es el 16.

En la figura 2.2, se encuentra esquematizado los diferentes circuitos virtuales que se han formado en la red WAN de Petrocomercial. Como se puede observar, si bien la red usa Frame Relay para formar la red, actualmente su funcionamiento es equiparable al de una red punto a punto, que no toma ventaja de las facilidades que brinda esta tecnología, como son:

El tener varios circuitos virtuales con el fin de tener una mejor segmentación del tráfico de acuerdo a su origen, sin necesidad de subir a capas superiores.

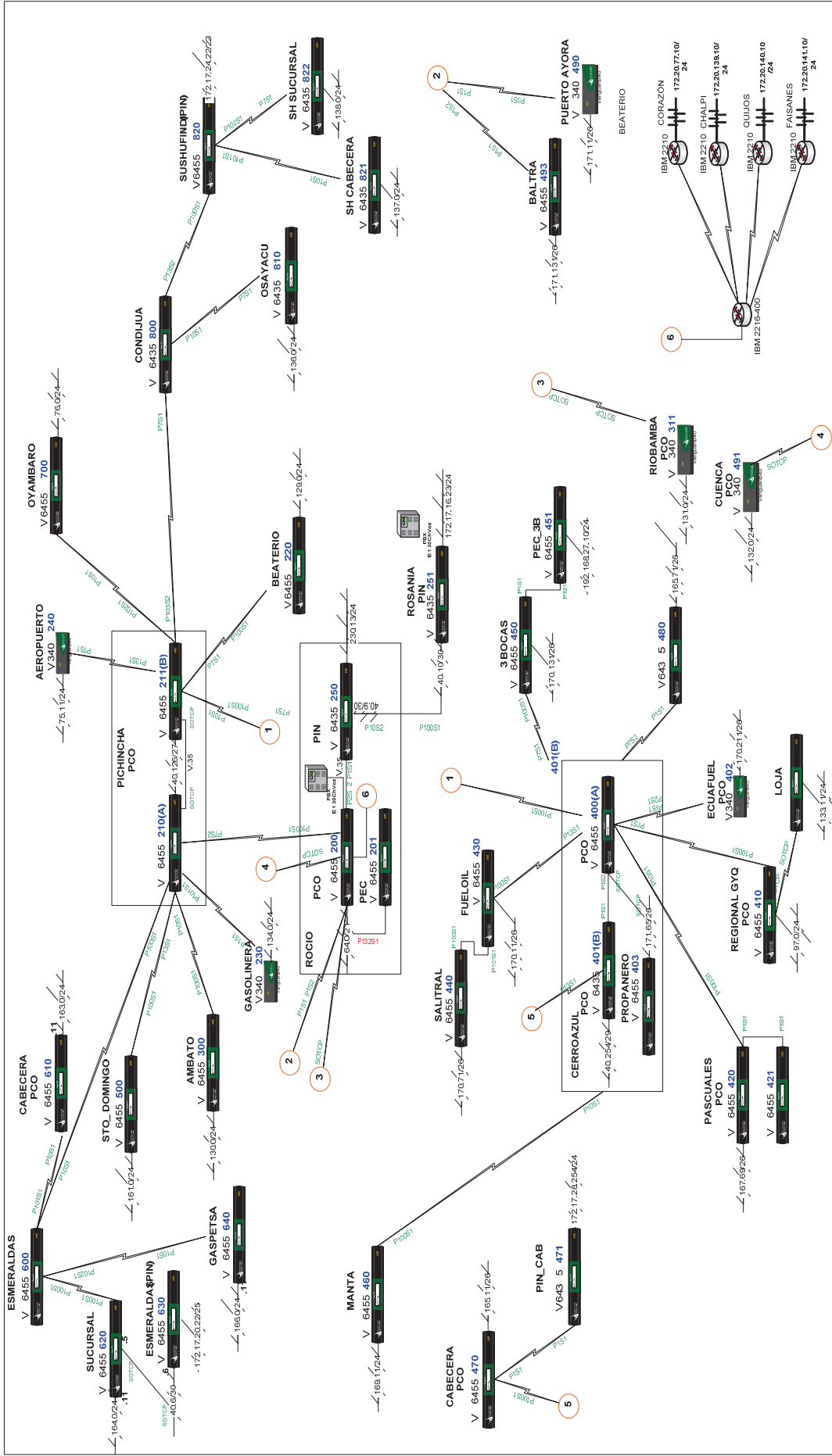


Figura 2.2. Red WAN de Petrocomercial [2.8]

Poder manejar sobre suscripción, como una alternativa a las limitaciones de velocidades de transmisión requeridas.

Como se explicó en la topología física de la red, algunos puntos poseen enlaces directos al encaminador central y éstos usan el protocolo PPP en la capa enlace, estos nodos son los siguientes: Chalpi, Faisanes, Quijos y Corazón.

2.1.2.2 Direccionamiento lógico de capa tres.

La Red de Petrocomercial utiliza para su direccionamiento en capa tres una dirección IP privada clase B, la cual se divide en diferentes segmentos para que se distribuya entre sus redes LAN, WAN, monitoreo y enlaces arrendados.

Así en la tabla 2.1 se sintetiza la información de cómo se distribuyen las direcciones IP para los diferentes propósitos:

TIPOS DE REDES	RANGO
WAN ENCAMINADORES VANGUARD	172.20.36.0/24
WAN ENCAMINADORES IBM	172.20.32.0/24
ENLACES ARRENDADOS	172.20.39.0/24
WAN PETROINDUSTRIAL	172.20.40.0/24
RED MONITOREO ENLACES	172.20.50.0/24
LANS	RESTO

Tabla 2.1. Direccionamiento capa tres^[2.7]

El cuadro anterior sólo muestra los rangos en los que trabaja cada uno de los tipos de redes, más no el direccionamiento detallado de cada subred.

Como se puede apreciar en la tabla anterior se distingue claramente, que además de haber una subdivisión de la red WAN a nivel de capa física, también se lo puede notar en capa tres, esto obedece a que la red WAN anteriormente sólo se formaba con equipos IBM y no tenía el alcance actual, pero al ampliar la red y cambiar los equipos por los encaminadores Motorola Vanguard, algunos puntos se continuaron enlazando a través de los encaminadores IBM, y por criterios de

administración se los independizó del dominio de broadcast de la red WAN formada por los encaminadores Vanguard.

Además existen dos subredes distintas para distinguir a los enlaces arrendados y los enlaces hacia instalaciones de Petroindustrial.

En la tabla 2.2 se incluye el direccionamiento detallado de la red WAN y de las LANs a las que interconectan.

Ubicación	Nodo	Dirección LAN	Dirección WAN
Rocío	200	172.20.64.11/21	172.20.36.5/30
Rocío IBM		172.20.64.2/21	172.20.32.5/30
Rocío PIN	250		172.20.40.9 /30
Rosania	251	172.17.16.23/24	172.20.40.10/30
Pichincha A	210		172.20.40.125/27
Pichincha B	211		172.20.40.126/27
Beaterio	220	172.20.129.11/24	172.20.36.14/30
Gasolinera	230	172.20.134.11/24	172.20.36.18/30
Aeropuerto	240	172.20.75.11/24	172.20.36.22/30
Ambato	300	172.20.130.11/24	172.20.36.6/30
Riobamba	311	172.20.131.11/24	172.20.39.34/30
StoDomingo	500	172.20.161.11/24	172.20.36.10/30
EsmeraldasPCO	600		
EsmeraldasCab	610	172.20.163.11/24	172.20.36.134/30
EsmeraldasSuc	620	172.20.164.11/24 172.20.50.5/27	172.20.36.138/30
EsmeraldasPIN	630	172.17.20.22/25	172.20.40.6/27
Oyambaro	700	172.20.76.11/24	172.20.36.170/30
Condijua	800		
Osayacu	810	172.20.136.10/24	172.20.36.158/30
ShushufindiCab	821	172.20.137.11/24	172.20.36.162/30
ShushufindiSuc	822	172.20.138.11/24	172.20.36.166/30
ShushufindiPIN	820	172.20.24.22/24	172.20.36.150/30
Gaspetsa	640	172.20.166.11/24	172.20.36.174/30
Manta	460	172.20.169.11/24	172.20.36.62/30

Tabla 2.2. Direccionamiento detallado red WAN (a) ^[2.7]

Cabecera	470	172.20.165.11/24	172.20.36.66/30
CabeceraPIN	471	172.17.28.254/24	172.20.36.146/30
Salitral	440	172.20.170.71/26	172.20.36.54/30
Fuel Oil	430	172.20.170.11/26	172.20.36.50/30
3 Bocas	450	172.20.170.131/26	172.20.36.58/30
Petroecuador 3 Bocas	451	192.168.27.10/24	
Baltra	493	172.20.171.131/26	172.20.36.74/30
Puerto Ayora	490	172.20.171.11/26	172.20.36.70/30
Cerro Azul A	400		172.20.36.41/30
Cerro Azul B	401	172.20.170.193/26	172.20.36.34/30
Propanero	403	172.20.171.68/26	172.20.171.68/26
Sucursal Libertad	480	172.20.165.71/26	172.20.39.26/24
Pascuales A	420	172.20.167.69/26	172.20.36.36/30
Pascuales B	421		
Ecuafuel	402	172.20.170.211/26	172.20.36.38/30
Cuenca	491	172.20.132.11/26	172.20.39.38/30
Regional Guayaquil	410	172.20.97.11/24	172.20.36.26/30
Loja	492	172.20.133.11/24	172.20.133.11/24
Chalpi		172.20.139.10/24	172.20.32.6/30
Quijos		172.20.140.10/24	172.20.32.14/30
Faisanes		172.20.141.10/24	172.20.32.22/30
Corazón		172.20.77.10/24	172.20.32.18/30

Tabla 2.2. Direccionamiento detallado red WAN (b) ^[2.7]

2.1.2.2.1 Enrutamiento en la red WAN

Actualmente las rutas se distribuyen hacia los distintos puntos por medio de:

- *Rutas Estáticas:* Las rutas estáticas actualmente son usadas para llegar a puntos determinados bajo solicitud de servicios específicos, con el fin de interconectarse con los servicios de las demás filiales o instituciones públicas.
- *Protocolo de enrutamiento RIP versión 2:* Con el protocolo RIP, es que los puntos centrales de las estrellas de las dos regionales conocen los puntos de

la otra estrella respectivamente, pero como en ningún equipo se tiene habilitada la opción de usar CIDR, las tablas de rutas se han tornado bastantes extensas, siendo un problema desde el punto de vista de administración entender las rutas que posee cada equipo; además mediante RIP se recogen muchas rutas erróneas o confusas para el direccionamiento, consecuencia del uso de las mismas direcciones IPs en las dos estrellas.

La red además no tiene definido una puerta de enlace predeterminada, dado los muchos servicios que se soportan sobre ella, además de la interconexión con las redes de las demás filiales de Petroecuador, todo esto hace que muchas veces el tráfico se pierda en el tránsito entre todas estas puertas de enlaces.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ENLACES

La red WAN de Petrocomercial, en su nivel físico está formada por un sistema microonda que cuenta con enlaces propios y para ciertos lugares se utiliza la infraestructura y equipos del SOTE por la facilidad que presta, ya que la red de dicha empresa es paralela a la de Petrocomercial en la mayoría de estaciones, además de enlaces arrendados a Andinadatos e Impsat.

Los enlaces que se comparten con el SOTE son los siguientes:

ENLACE	
PICHINCHA	GUAMANI
GUAMANI	ATACAZO
ATACAZO	BALAO SOTE
BALAO SOTE	BALAO PETROCOMERCIAL
ATACAZO	SANTO.DOMINGO .SOTE
CHIGUILPE	LA PALMA
GUAMANI	CONDIJUA
CONDIJUA	TRES CRUCES
TRES CRUCES	REVENTADOR
REVENTADOR	LUMBAQUI

Tabla 2.3. Enlaces compartidos con el SOTE. [2.8]

El SOTE otorga un E1 a Petrocomercial en cada enlace compartido, de esta manera se llega hacia los lugares donde se encuentran los enlaces propios, para así cubrir a todas las estaciones, departamentos y terminales de Petrocomercial.

En la tabla 2.4 se indican los enlaces microonda propios, los equipos utilizados en cada uno de ellos y la frecuencia de operación, de acuerdo a la distribución.

ENLACE		EQUIPO	FRECUENCIA (MHz)	
			Tx	Rx
Balao Sote	Balao Petrocomercial	HARRIS AURORA (1E1)	5834	5772
Balao Petrocomercial	Cabecera	HARRIS AURORA (1E1)	5735	5800
Balao	Gaspetsa	HARRIS AURORA (1E1)	5834	5772
Balao-Petrocomercial	Sucursal	HARRIS AURORA (1E1)	5735	5800
Santo Domingo Sote	Santo Domingo Petrocomercial	HARRIS AURORA (1E1)	5800	5730
Atacazo	Corazón	HARRIS QUADRALINK (1E1)	1713	1832
Atacazo	Oyambaro	HARRIS AURORA (1E1)	5834	5772
La Palma	Faisanes	HARRIS QUADRALINK (1E1)	1832	1713
Pilisorco	Ambato	HARRIS QUADRALINK (1E1)	1832	1713
Pichincha	Aereopuerto	YDI (1E1)	5731.5	5816.5
Pichincha	Gasolinera	YDI (1E1)	5816.5	5731.5
Pichincha	Matriz	HARRIS QUADRALINK (7E1)	8207.27	7896
Pichincha	Beaterio	HARRIS QUADRALINK (2E1)	1832	1713
Pichincha	Pilisorco	HARRIS MICROSTAR (4E1)	7428	7589
Condijua	Osayacu	HARRIS QUADRALINK (1E1)	1832	1713
Guamaní	Papallacta	HARRIS QUADRALINK (1E1)	1832	1713
Lumbaqui	Quijos	HARRIS AURORA (1E1)	5800	5730
Lumbaqui	Shushufindi	HARRIS QUADRALINK (1E1)	1832	1713
Shushufindi	Sucursal	HARRIS AURORA (1E1)	5816.5	5731.5
Shushufindi	Cabecera	HARRIS AURORA (1E1)	5800	5730
Pilisorco	Capadia	HARRIS QUADRALINK (4E1)	1832	1713
Capadia	Chispas	HARRIS QUADRALINK (1E1)	1832	1713
Chispas	Manta	HARRIS AURORA (1E1)	5800	5730
Capadia	Cerro Azul	HARRIS QUADRALINK (4E1)	8207.27	7896
Cerro Azul	Regional Guayaquil	HARRIS MICROSTAR (1E1)	7428	7589
Cerro Azul	Pascuales	HARRIS QUADRALINK (1E1)	1832	1713
Cerro Azul	Fuel Oil	HARRIS AURORA (1E1)	5800	5730
Fuel Oil	Salitral	HARRIS AURORA (1E1)	5800	5730
Cerro Azul	3 Bocas	HARRIS AURORA (1E1)	5800	5730
Cerro Azul	Cerro Gonzalez	HARRIS QUADRALINK (2E1)	8207.27	7896
Cerro Gonzalez	Cabecera Libertad	HARRIS AURORA (1E1)	5800	5730

Tabla 2.4. Enlaces existentes^[2.8]

En la figura 2.3 se muestran los radioenlaces que tiene Petrocomercial a nivel nacional.

ENLACES MICROONDA PETROCOMERCIAL

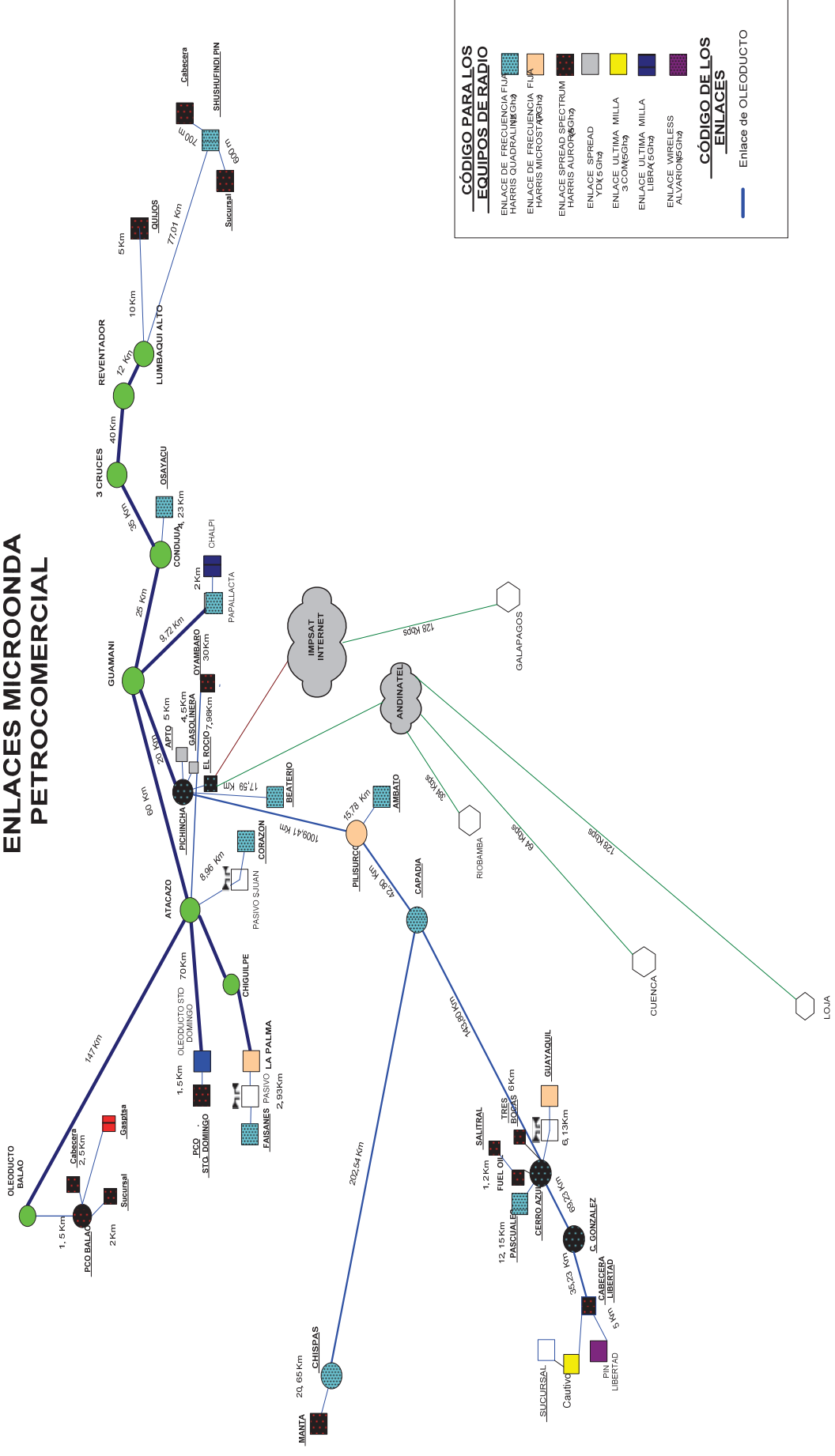


Figura 2.3. Radioenlaces Microonda de Petrocomercial Regional Norte. [2.8]

2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS ACTUALES DE COMUNICACIÓN MICROONDA.

En cada uno de los lugares que forman parte de Petrocomercial existen equipos de comunicación que están interconectados entre sí mediante radio enlaces para formar el sistema de comunicación microonda. Para aquellos lugares separados por áreas geográficas extensas y de terreno irregular existen repetidoras ubicadas en sitios estratégicos de modo que se pueda llegar con enlaces Punto a Punto hacia todas las entidades de la empresa.

A continuación se describirán los equipos utilizados en los enlaces más importantes de la red.

La mayoría de los enlaces microonda de frecuencia fija que posee Petrocomercial utilizan equipos de radio marca Harris de tecnología digital PDH.

2.2.1.1 Radios Harris Quadralink.

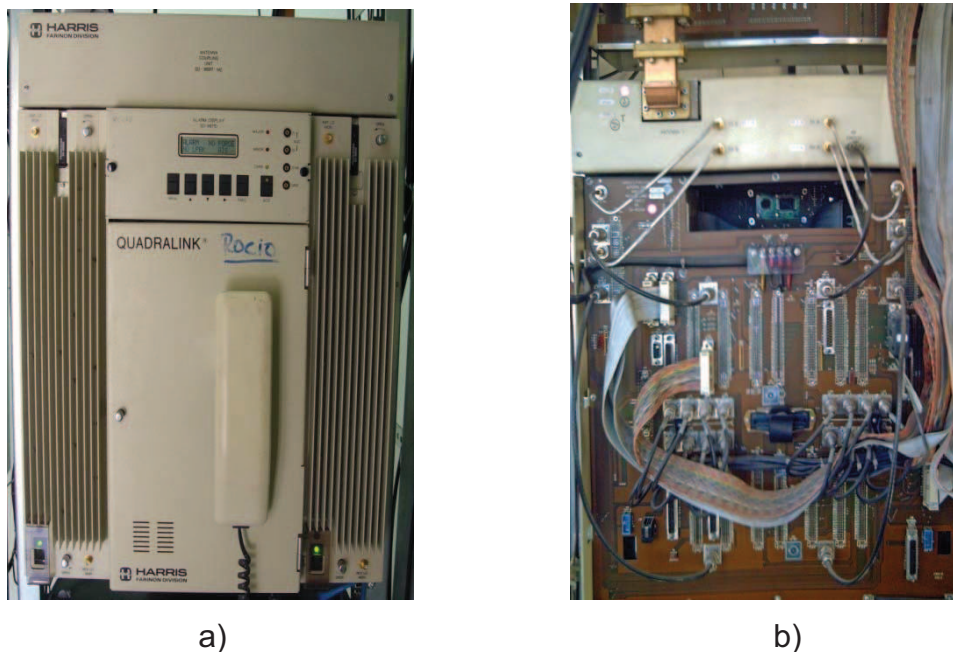


Figura 2.4. a) Vista frontal radio Quadralink, b) Vista posterior radio Quadralink. [2.9]

- Frecuencia de Operación.

Este equipo opera en la banda de los 2 GHz o 7/8 GHz.

- Potencia del Transmisor

La potencia estándar de transmisión es de 1 watio y la que está configurada en los radios, sin embargo si se requiere también existe una potencia opcional de 5 waticos.

- Esquema de Modulación.

El radio Quadralink es un heterodino, emplea modulación OQPSK (*Offset Quaternary Phase Shift Keying, Modulación Por Desplazamiento De Fase Cuaternario Con Compensación*) y demodulación coherente. OQPSK es una forma de modulación robusta que entrega al sistema alta ganancia mientras mantiene un alto grado de resistencia al desvanecimiento dispersivo.

La frecuencia intermedia IF, para el transmisor y el receptor, es de 70 MHz.

- Tributarios

La unidad de interfaz de línea se conecta directamente con los puertos de entrada (y salida) de los tributarios del equipo. El equipo tiene capacidad para ocho tributarios de entrada y ocho tributarios de salida.

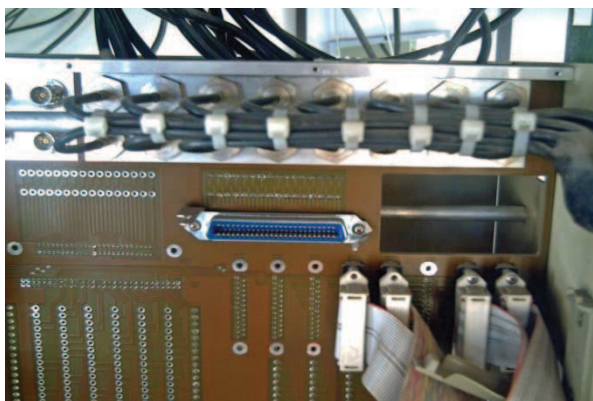


Figura 2.5. Conexión de Tributarios^[2.9]

- Canales de Servicio de voz

Dos canales digitales de servicio de la frecuencia de la voz están habilitados cuando se usa la unidad interna orderwire.

- Canales de Datos

Dos canales de datos RS-232C (V.24), están habilitados para transmitir datos a baja velocidad a través de los canales digitales de servicio mediante sobremuestreo de datos.

2.2.1.2 Radios Harris MicroStars.



Figura 2.6. Radio Harris MicroStar^[2.9]

- Frecuencia de Operación.

Este equipo opera en las bandas 7/8/13/15/18 GHz.

- Potencia del Transmisor

La potencia de transmisión depende del modo en que esté el amplificador de potencia y del tipo de modulación a utilizarse; así en modo de baja potencia, la potencia es de 24.5 dBm y en modo de alta potencia es de 30.5 dBm, con modulación QPSK. Con modulación 16QAM (*Quadrature Amplitude Modulation, Modulación de Amplitud en Cuadratura*) en modo baja potencia usa 20.5 dBm y en modo de alta potencia es de 26.5 dBm.

- Esquema de Modulación.

De acuerdo a la banda de operación y al modelo del radio (tipo M o H) se puede tener modulación QPSK o modulación 16QAM.

La frecuencia intermedia IF, para el transmisor y el receptor, es de 70 MHz.

- Tributarios

El radio MicroStar tiene capacidad para ocho tributarios de salida (transmisión) y ocho tributarios de entrada (recepción).



Figura 2.7. Conexión de Tributario^[2.9]

- Canal de Servicio

El canal de frecuencia de voz (VF) está sobre una tarjeta opcional PCMCIA, soporta una interfaz VF de entrada/salida estándar para teléfono, con dos y cuatro hilos.



Figura 2.8. Canal de Servicio^[2.9]

- Canal de Datos

El radio MicroStar posee un canal de datos, el cual combina funciones para soporte, control y monitorización de la red.

2.2.1.3 Radios Harris Aurora.



Figura 2.9. Vista frontal radio Aurora^[2.9]



Figura 2.10. Vista frontal radio Aurora^[2.9]

- Frecuencia de Operación.

Opera en la bandas de 5.725 a 5.85 GHz. Su operación es Full Duplex.

- Potencia del Transmisor

La potencia de transmisión es de +18.5 dBm, ajustable por software.

- Esquema de Modulación.

La modulación de estos radios es DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum, Espectro Expandido por Secuencia Directa*) DQPSK (*Differential encoded Quadrature Phase-Shift Keying, Modulación Por Desplazamiento de Fase Cuaternario Diferencial*), y la demodulación es no coherente.

La frecuencia intermedia IF, para el transmisor y el receptor, es de 140 MHz.

- Tributarios

El radio Aurora tiene capacidad para dos tributarios de salida (transmisión) y dos tributarios de entrada (recepción), esta interfaz digital cumple con las normas ITU-T G.703 y G.823.



Figura 2.11. Conexión de Tributarios^[2.9]

- Canal de Servicio

El radio Aurora proporciona un canal de servicio de voz a dos hilos, un canal de datos y un canal para sistemas de gestión de redes.



Figura 2.12. Canal de Servicio^[2.9]

2.2.1.4 Radios YDI.



Figura 2.13. Vista frontal radio YDI^[2.9]

- Frecuencia de Operación.
Opera en la bandas de 5725 a 5850 GHz, es Full Duplex.
- Potencia del Transmisor
La potencia de transmisión es de 23.5 dBm, ajustable por software.
- Esquema de Modulación.
La modulación de estos radios es *Direct Sequence Spread Spectrum* con DQPSK.
- Tributarios
El radio YDI tiene capacidad para cuatro tributarios de entrada/salida (transmisión).

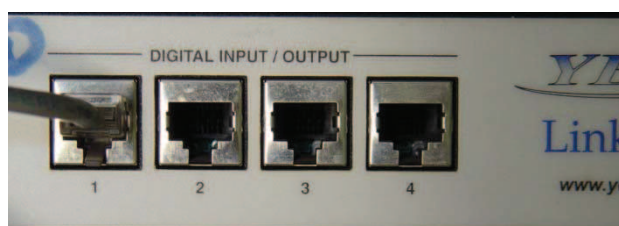


Figura 2.14. Conexión de Tributarios^[2.9]

- Canal de Servicio
Tiene dos puertos auxiliares de ocho pines modulares, de los cuales uno puede ser utilizado para canal de servicio a cuatro hilos.

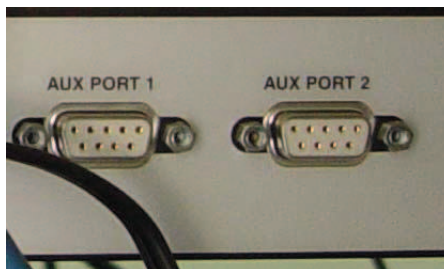


Figura 2.15. Canal de Servicio^[2.9]

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA PARA EL MONITOREO DE LOS EQUIPOS.

La herramienta para el monitoreo de los equipos de interconectividad usada es MRTG (*MultiRouter Traffic Grapher, Graficador de Tráfico de Múltiples Ruteadores*), a continuación se explica su configuración y principales características.

2.3.1 INTRODUCCIÓN

MRTG es una herramienta para monitorizar el tráfico en la red, generando páginas HTML, también se tienen imágenes en formato GIF o PNG para visualizar el tráfico de los diferentes dispositivos. MRTG trabaja en sistemas Unix/Linux como en Windows.

MRTG consiste en un *script Perl* que usa SNMP para leer el tráfico de routers y un programa C el cual anota los datos de tráfico y crea gráficos que representan el tráfico en la conexión de red supervisada. Estos gráficos son incluidos en páginas web que pueden verse desde cualquier explorador.

Se crea una página por cada interfaz y en cada una de éstas se muestran gráficos del tráfico diario, semanal, mensual y anual, la actualización de la información se la realiza cada 5 min, 30min, 2 horas y 1 día respectivamente.

2.3.2 INSTALACIÓN

Para la instalación de MRTG en Windows se necesitan los siguientes paquetes: mrtg-2.15.0 y Perl. Éstos se los puede descargar libremente desde la página web de MRTG.

Los siguientes pasos se deben realizar en la máquina donde va a estar corriendo MRTG, la cual va a ser un servidor web también.

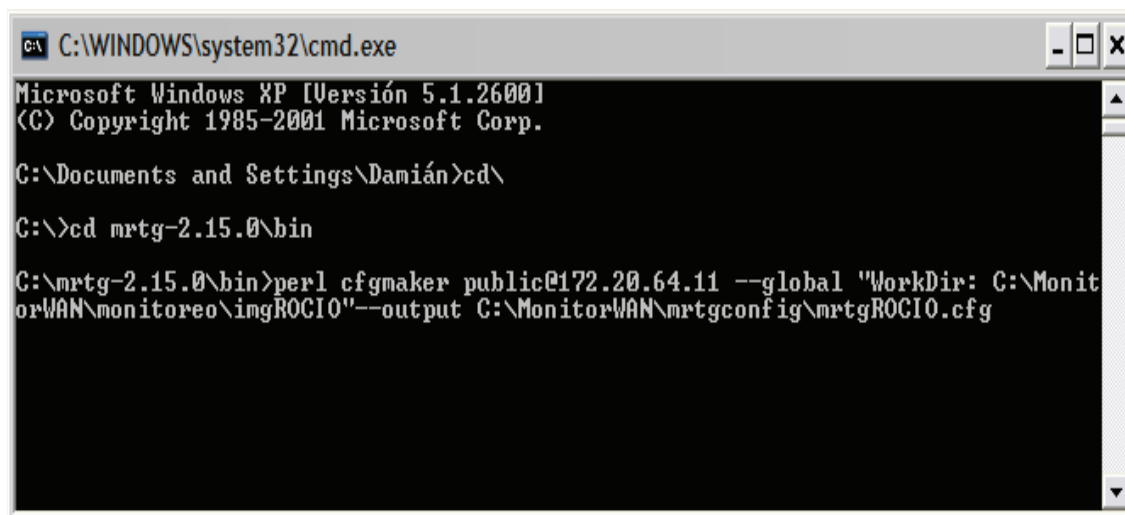
- Primero se debe descomprimir MRTG en el directorio C:\mrtg-2.15.0 de la máquina elegida para este propósito.
- Luego se debe instalar Perl en la misma máquina, siguiendo los pasos del *wizard*. Una vez instalado se puede verificar que el directorio binario de Perl está listado en el *path* del sistema. Para esto se debe ir a [Panel de control] -> [System] -> [Opciones Avanzadas] -> [Variables de Entorno].

2.3.3 CONFIGURACIÓN

Una vez instalado en la máquina el paquete MRTG y Perl los pasos a seguir son:

2.3.3.1 Pasos para configuración de monitoreo de tráfico.

1. Crear una carpeta en la cual se van a almacenar las páginas HTML generadas por MRTG y una carpeta donde se va a guardar el archivo de configuración desde el cual la herramienta se basa para el monitoreo de los equipos.
2. Desde la ventana de comandos ingresar al directorio "C:\mrtg-2.15.0\bin"
3. Digitar el comando:
Perl cfgmaker public@172.20.64.11 --global "WorkDir:
C:\MonitorWAN\monitoreo\imgROCIO"--output
C:\MonitorWAN\mrtgconfig\mrtgROCIO.cfg



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Damián>cd\

C:\>cd mrtg-2.15.0\bin

C:\mrtg-2.15.0\bin>perl cfgmaker public@172.20.64.11 --global "WorkDir: C:\MonitorWAN\monitoreo\imgROCIO"--output C:\MonitorWAN\mrtgconfig\mrtgROCIO.cfg
```

Figura 2.16. Comando Perl cfgmaker “tráfico”

Con esto se establece el directorio de trabajo donde se van a guardar las páginas HTML que contienen los gráficos de la monitorización de los equipos “C:\MonitorWAN\monitoreo\imgROCIO”; y, se está creando el archivo de configuración “mrtgROCIO.cfg”, en el directorio “C:\MonitorWAN\mrtgconfig” para que en éste se guarde la información de cada una de las interfaces del dispositivo que tiene la dirección IP “172.20.64.11” con nombre de comunidad SNMP “public”.

4. En el archivo de configuración generado “mrtgROCIO”, agregar la línea “RunAsDaemon: yes”, para que el monitoreo sea constante cada cinco minutos, ver figura 2.17.
5. En la ventana de comandos digitar para iniciar el monitoreo:
wperl mrtg C:\MonitorWAN\mrtgconfig\mrtgROCIO.cfg, ver figura 2.18.

```

mrtgROCIO - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
# Created by
# Cfgmaker public@172.20.64.11 --global "workDir: C:\MonitorWAN\monitoreo\imgROCIO" --output C:\MonitorWAN\mrtgc
RunASDaemon: yes
### Global Config options
# for UNIX
# workDir: /home/http/mrtg
# or for NT
# workDir: c:\mrtgdata
### Global Defaults
# to get bits instead of bytes and graphs growing to the right
# options[_]: growright, bits
EnableIPv6: no
#####
# System:
# Description: VANGUARD 7310
# Contact: (blank)
# Location:
#####
### Interface 1 >> Descr: 'Port_101,-Ethernet-/VANGUARD-7310' | Name: '' | Ip: '172.20.64.11' | Eth: '00-08-d5-0
Target[172.20.64.11_1]: 1:public@172.20.64.11:
SetEnv[172.20.64.11_1]: MRTG_INT_IP="172.20.64.11" MRTG_INT_DESCR="Port_101,-Ethernet-/VANGUARD-7310"
MaxBytes[172.20.64.11_1]: 12500000
Title[172.20.64.11_1]: Traffic Analysis for 1 --
PageTop[172.20.64.11_1]: <h1>Traffic Analysis for 1 -- </h1>

```

Figura 2.17. Archivo de configuración para monitoreo constante

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Damián>cd\
C:\>cd mrtg-2.15.0\bin
C:\mrtg-2.15.0\bin>perl cfgmaker public@172.20.64.11 --global "WorkDir: C:\MonitorWAN\monitoreo\imgROCIO"--output C:\MonitorWAN\mrtgconfig\mrtgROCIO.cfg
C:\mrtg-2.15.0\bin>wperl mrtg C:\MonitorWAN\mrtgconfig\mrtgROCIO.cfg

```

Figura 2.18. Comando wperl mrtg “tráfico”

- Una vez realizado esto, las páginas web van a ser creadas en el directorio especificado, ver figura 2.19.

Cabe recalcar que el administrador de la red que usa MRTG, puede cambiar estos archivos de configuración a su gusto para que la información que se despliegue en los mismos sea de acuerdo a sus necesidades y que cada equipo monitoreado debe tener el servicio SNMP activo.

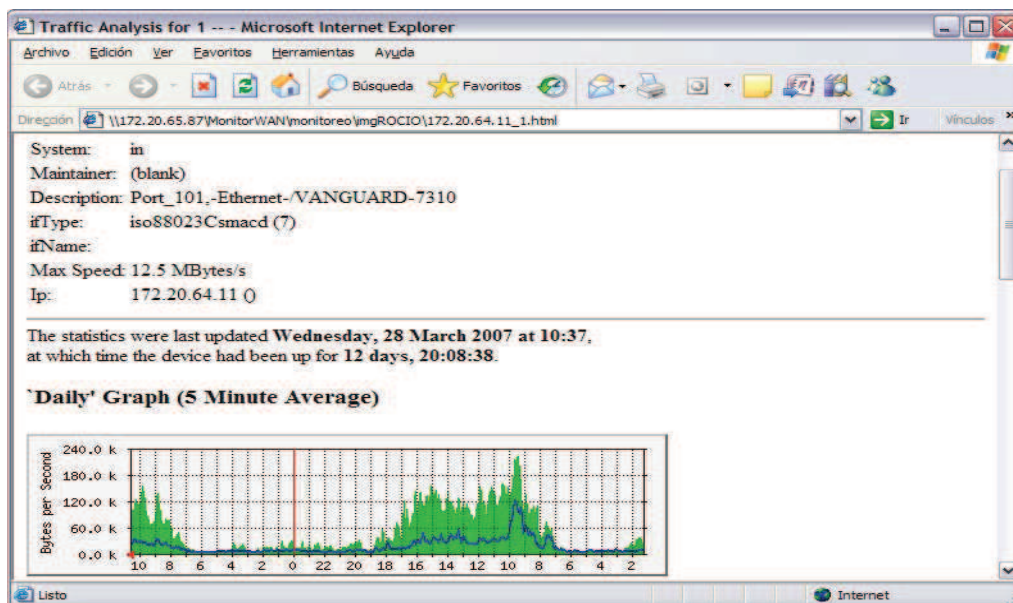


Figura 2.19. Página web de monitoreo de tráfico^[2.4]

2.3.3.2 Pasos para configuración del monitoreo de carga de CPU de un equipo.

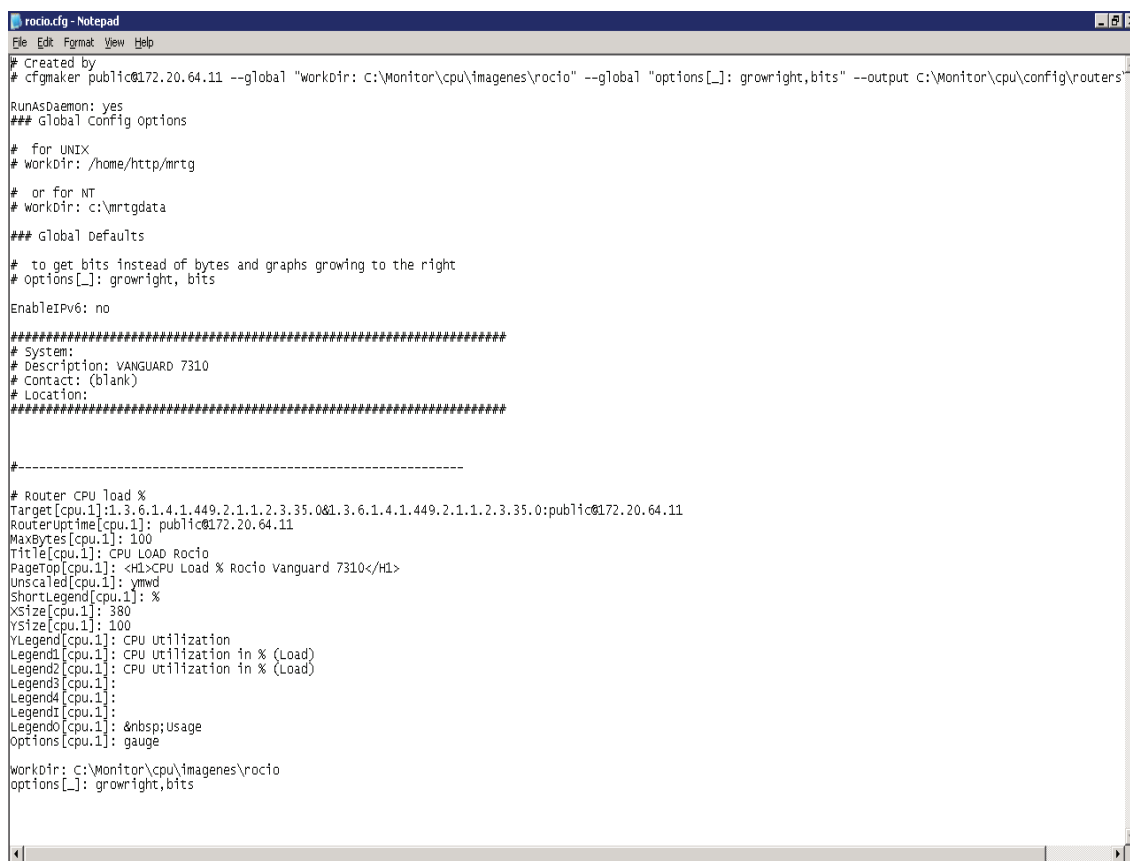
1. Crear una carpeta en la cual se van a almacenar las páginas HTML generadas por MRTG y una carpeta donde se va a guardar el archivo de configuración desde el cual la herramienta se basa para el monitoreo de los equipos.
2. Desde la ventana de comandos ingresar al directorio "C:\mrtg-2.15.0\bin"
3. Digitar el comando:
perl cfgmaker public@172.20.64.11 --global "WorkDir:
C:\Monitor\cpu\imagenes\rocio"--output C:\Monitor\cpu\config\routers\rocio.cfg

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>cd mrtg-2.15.0\bin
C:\mrtg-2.15.0\bin>perl cfgmaker public@172.20.64.11 --global "WorkDir: C:\Monitor\cpu\imagenes\rocio"--output C:\Monitor\cpu\config\routers\rocio.cfg
```

Figura 2.20. Comando Perl cfgmaker "CPU"

4. Editar el archivo de configuración creado
c:\Monitor\cpu\config\routers\rocio.cfg".

Borrar toda la información creada para las interfaces del equipo (esto para observar solo la carga del CPU, si se desea tener en una misma carpeta tanto el monitoreo de tráfico y CPU dejar esta información y agregar lo nuevo al final) y agregar lo siguiente como se ve en la figura 2.21:



```

rocio.cfg - Notepad
File Edit Format View Help
# Created by
# cfgmaker public@172.20.64.11 --global "workDir: C:\Monitor\cpu\imagenes\rocio" --global "options[]: growright,bits" --output C:\Monitor\cpu\config\routers
RUNASDaemon: yes
### Global Config options
# for UNIX
# workDir: /home/http/mrtg
# or for NT
# workDir: c:\mrtgdata
### Global Defaults
# to get bits instead of bytes and graphs growing to the right
# options[]: growright, bits
EnableIPv6: no
#####
# System:
# Description: VANGUARD 7310
# Contact: (blank)
# Location:
#####
#-----
# Router CPU load %
target[cpu.1]:1.3.6.1.4.1.449.2.1.1.2.3.35.0&1.3.6.1.4.1.449.2.1.1.2.3.35.0:public@172.20.64.11
RouterUptime[cpu.1]: public@172.20.64.11
MaxBytes[cpu.1]: 100
Title[cpu.1]: CPU LOAD Rocío
PageTop[cpu.1]: <H1>CPU Load % Rocío Vanguard 7310</H1>
Unscaled[cpu.1]: ymwd
ShortLegend[cpu.1]: %
XSize[cpu.1]: 380
YSize[cpu.1]: 100
YLegend[cpu.1]: CPU utilization
Legend1[cpu.1]: CPU utilization in % (Load)
Legend2[cpu.1]: CPU utilization in % (Load)
Legend3[cpu.1]:
Legend4[cpu.1]:
LegendI[cpu.1]:
LegendO[cpu.1]: &nbsp;Usage
options[cpu.1]: gauge
workDir: C:\Monitor\cpu\imagenes\rocio
options[]: growright,bits

```

Figura 2.21. Archivo de configuración para carga de CPU

Aquí dependiendo del equipo se debe saber el OID (identificador de MIB en SNMP) que da información sobre esta carga de CPU. En Petrocomercial se tienen equipos cisco y Motorola, los OIDs para éstos son los siguientes:

Cisco: 1.3.6.1.4.1.9.2.1.58.0

Motorola Vanguard: 1.3.6.1.4.1.449.2.1.1.2.3.35.0

5. En la ventana de comandos digitar para iniciar el monitoreo:

```
wperl mrtg C:\Monitor\cpu\config\routers\rocio.cfg
```



```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\>
C:\>
C:\>
C:\>cd mrtg-2.15.0\bin
C:\mrtg-2.15.0\bin>perl mrtg C:\Monitor\cpu\config\routers\rocio.cfg_

```

Figura 2.22. Comando wperl mrtg “CPU”

6. Con esto se crean las páginas web en el directorio indicado.

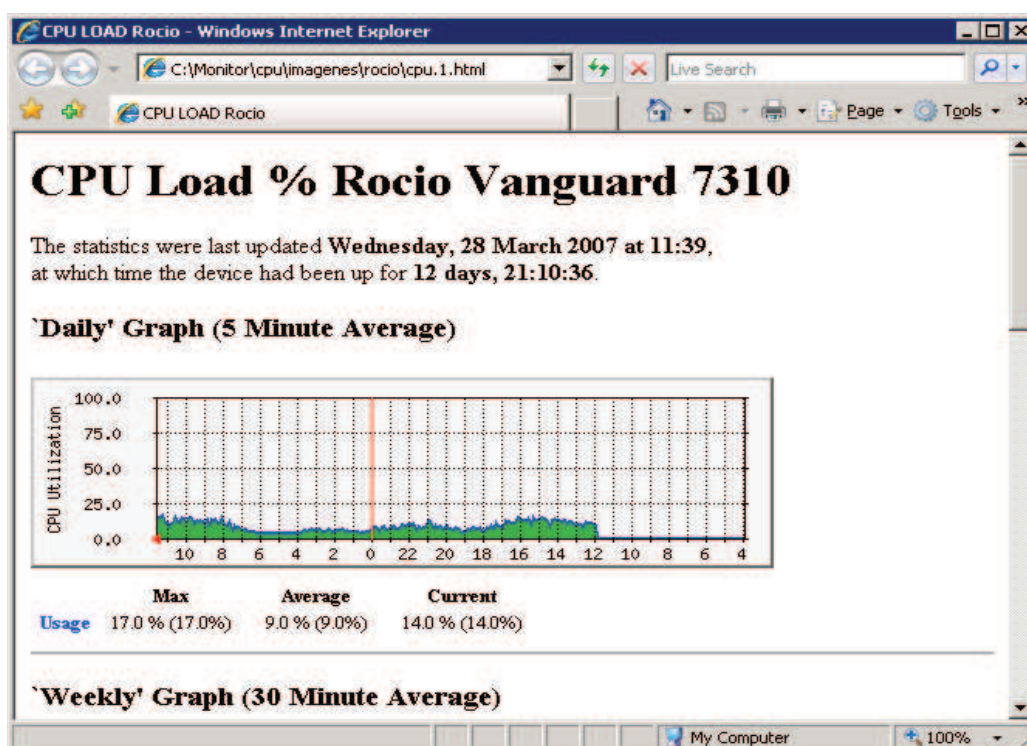


Figura 2.23. Página web de monitoreo de carga de CPU^[2.4]

2.4. ANÁLISIS DE CONFIGURACIÓN Y ESTADO DE LOS EQUIPOS DE INTERCONECTIVIDAD

2.4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

Los ruteadores que se utilizan para interconectar las redes de las diferentes estaciones de PETROCOMERCIAL son de marca Motorola Vanguard de las series 6400 y 300, a excepción de 4 puntos que se conectan con ruteadores IBM (Faisanes, Corazón, Chalpi y Quijos), estos equipos tienen diferentes

configuraciones, capacidad de procesamiento y hardware que van de acuerdo con las necesidades de cada departamento, estación o terminal.

A continuación se detalla las características técnicas de estos equipos.

2.4.1.1 Vanguard 340.



Figura 2.24. Vista frontal ruteador Vanguard 340^[2.9]



Figura 2.25. Vista posterior ruteador Vanguard 340^[2.9]

- Ruteador diseñado para pequeñas sucursales y oficinas, que depende de consolidar protocolos seriales con tráfico de voz y redes LAN dedicadas o servicios conmutados.
- Soporta dos slots para tarjetas Vanguard hijas para video, voz (FXS/FXO) y tráfico de datos con protocolos combinados.
- Capacidad para compresión y encriptación de datos.
- Viene de fábrica con 16 megabytes de SDRAM, pero es expandible a 32 Mbytes.
- Posee 4 Mbytes de memoria flash no volátil que está localizada en la tarjeta madre. Además hay un slot SIMM de 4 megabytes adicionales de memoria flash que puede ser comprado para tener un total de 8.

- Posee una fuente de poder externa que se conecta a un toma de 110 o 240 VAC a 50/60 Hz.

2.4.1.2 Vanguard 6435.



Figura 2.26. Vista frontal ruteador Vanguard 6435^[2.9]



Figura 2.27. Vista posterior ruteador Vanguard 6435^[2.9]

- Soporta una red Ethernet 10 o 100Base T con hasta seis aplicaciones seriales.
- Puede ser configurado para varias conexiones LAN y proporciona un enlace de migración para servicios ATM o ADSL.
- Soporta hardware basado en la compresión y encriptación de datos y además soporta aplicaciones para redes virtuales privadas.
- Soporta tres slots para tarjetas Vanguard hijas, para video, voz, fax y protocolos combinados de datos sobre servicios dedicados o conmutados.
- Posee una fuente de poder interna de 90-264 VAC; 47 a 60 Hz.
- Posee 16 megabytes de memoria SDRAM que puede ser expandible a 32 megabytes y 4 megabytes de memoria Flash expandible.
- Soporta VoFR o voz sobre VoIP.

2.4.1.3 Vanguard 6455.



Figura 2.28. Vista frontal ruteador Vanguard 6435^[2.9]



Figura 2.29. Vista posterior ruteador Vanguard 6435^[2.9]

- Es ideal para redes jerárquicas donde el cliente necesita concentrar lugares alejados usando líneas digitales o analógicas y servicios Frame Relay, IP, ISDN y X.25.
- Soporta tres slots para tarjetas Vanguard hijas, para video, voz, fax y protocolos combinados de datos sobre servicios dedicados o conmutados.
- Dos slots opcionales de tarjetas para interfaces multipuerto.
- Soporta aplicaciones que requieren altas velocidades y múltiples LANs: 10BaseT, 100BaseT o Token Ring.
- Tiene 16 megabytes de memoria SDRAM que puede ser expandible a 32 megabytes y 4 megabytes de memoria Flash también expandible.
- Soporta VoFR o VoIP.

2.4.1.4 IBM 2210



Figura 2.30. Ruteador IBM 2210^[2.1]

- Soporta encapsulación de tráfico PPP con el protocolo PPTP (*Point to Point Tunneling Protocol*) o L2F (*Layer 2 Forwarding*).
- Mejora el uso del ancho de banda con IPv4 con Servicios Diferenciados (DS) para redes PPP o Frame Relay.
- Incluye servidor DHCP.
- Software para generar VPNs.
- Encriptación vía IPsec.
- Función de Acceso remoto.
- Posee dos Puertos WAN de alta velocidad, un Puerto Ethernet 10 BaseT, un Puerto Ethernet AUI, un Puerto Serie de Consola o Servicio.
- Velocidad de procesador 25MHz, 4Mbytes de memoria DRAM.

En la tabla 2.5 se puede observar los modelos de equipos existentes en la red WAN de Petrocomercial, así como la capacidad de memoria que poseen.

Ubicación	Nodo	Modelo	SDRAM	Flash
Rocío	200	6455	32MBytes	8MBytes
Rocío IBM		2210	4MBytes DRAM	8MBytes
RocioPIN	250	6455	32MBytes	8MBytes
Rosania	251	6455	32MBytes	8MBytes
Pichincha A	210	6455	32MBytes	8MBytes
Pichincha B	211	6455	32MBytes	8MBytes
Beaterio	220	6455	32MBytes	8MBytes
Gasolinera	230	340	16MBytes	8MBytes
Aeropuerto	240	340	16MBytes	8MBytes
Ambato	300	6455	32MBytes	8MBytes
Riobamba	311	340E	32MBytes	8MBytes
StoDomingo	500	6455	32MBytes	8MBytes
EsmeraldasPCO	600	6455	32MBytes	8MBytes

Tabla 2.5. Características de memoria de los encaminadores (a) ^[2.8]

EsmeraldasCab	610	6435	32MBytes	8MBytes
EsmeraldasSuc	620	6455	32MBytes	8MBytes
EsmeraldasPIN	630	6455	32MBytes	8MBytes
Oyambaro	700	6435	16MBytes	8MBytes
Condijua	800	6435	32MBytes	8MBytes
Osayacu	810	6435	32MBytes	8MBytes
ShushufindiCab	821	6455	32MBytes	8MBytes
ShushufindiSuc	822	6435	32MBytes	8MBytes
ShushufindiPIN	820	6455	32MBytes	8MBytes
Gaspetsa	640	6435	32MBytes	8MBytes
Manta	460	6455	32MBytes	8MBytes
Cabecera	470	6455	32MBytes	8MBytes
CabeceraPIN	471	6435	32MBytes	8MBytes
Salitral	440	6455	32MBytes	8MBytes
Fuel Oil	430	6455	32MBytes	8MBytes
3 Bocas	450	6455	32MBytes	8MBytes
Petroecuador 3 Bocas	451	6455	32MBytes	8MBytes
Baltra	493	6455	32MBytes	8MBytes
Puerto Ayora	490	340	16MBytes	8MBytes
Cerro Azul A	400	6455	32MBytes	8MBytes
Cerro Azul B	401	6435	32MBytes	8MBytes
Propanero	403	6455	32MBytes	8MBytes
Sucursal Libertad	480	6435	32MBytes	8MBytes
Pascuales A	420	6455	32MBytes	8MBytes
Pascuales B	421	6455	32MBytes	8MBytes
Ecuafuel	402	340	16MBytes	8MBytes
Cuenca	491	340	16MBytes	8MBytes
Regional Guayaquil	410	6455	32MBytes	8MBytes
Loja	492	6455	32MBytes	8MBytes
Chalpi	IBM	2210	4MBytes DRAM	
Quijos	IBM	2210	4MBytes DRAM	
Faisanes	IBM	2210	4MBytes DRAM	
Corazón	IBM	2210	4MBytes DRAM	

Tabla 2.5. Características de memoria de los encaminadores (b) ^[2.8]

2.4.1.5 Puertos y tarjetas

A continuación se explica el funcionamiento de los puertos y las tarjetas que pueden tener instaladas estos equipos.

- Vanguard 340

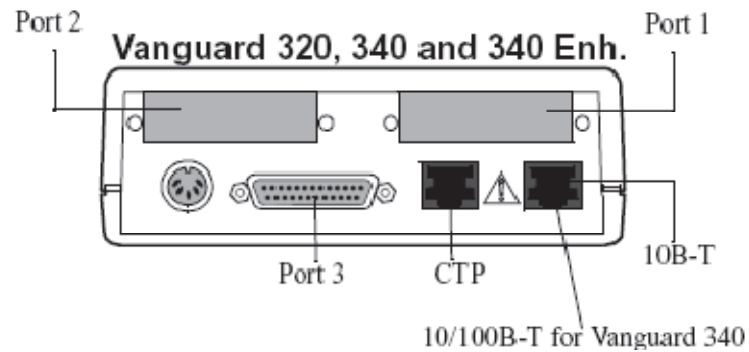


Figura 2.31. Puertos Ruteador Vanguard 340^[2.5]

En los puertos 1 y 2 se pueden instalar tarjetas de voz FXS o FXO, tarjetas E1 fraccionales. El puerto 3 es un puerto serial DB25, el 4 es el de consola y el 5 es un puerto Ethernet 10 BaseT.

- Vanguard 6435

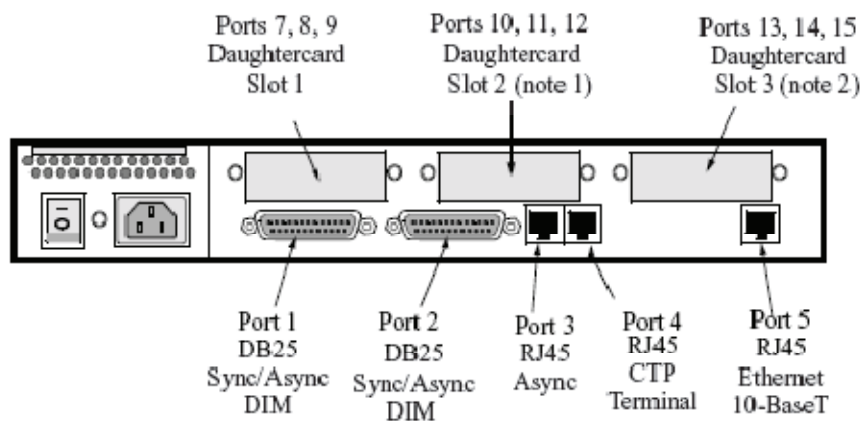


Figura 2.32. Puertos Ruteador Vanguard 6435^[2.5]

Los puertos 1 y 2 son del tipo DB25, el 4 es el de consola, el 5 es el Ethernet, en los pódicos 7, 8, 9; 10, 11, 12; 13, 14 y 15 se suelen instalar tarjetas E1 fraccionales, las cuales pueden ser divididas en tres canales y

asignar cada uno de éstos a cada puerto del slot en el que se haya instalado la tarjeta, aquí también pueden ir tarjetas de voz FXS o FXO de 2 o cuatro puertos.

- Vanguard 6455

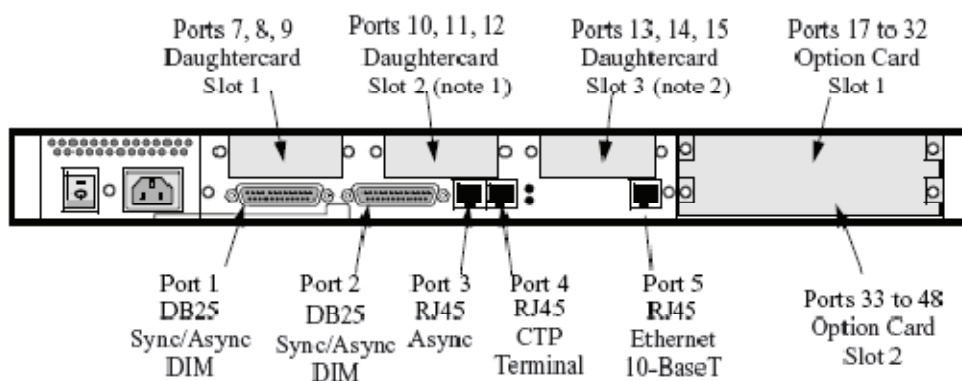


Figura 2.33. Puertos Ruteador Vanguard 6455^[2.5]

Los puertos 1 y 2 son del tipo DB25, el 4 es el de consola, el 5 es el Ethernet, en los pódicos 7, 8,9 (slot1), 10, 11,12 (slot 2), 13, 14,15 (slot 3); se suelen instalar tarjetas E1 fraccionales, aquí también pueden ir tarjetas de voz FXS o FXO de 2 o cuatro puertos. En los últimos slots se instalan tarjetas E1 canalizadas, las cuales no pueden ser divididas. El slot superior tiene las interfaces T1/E1 4 y 5, mientras que el inferior las interfaces 6 y 7.

2.4.1.5.1 Tarjetas E1 Fraccionales

Estas tarjetas permiten al equipo transmitir información con velocidades fraccionales o completas de un E1. Se pueden tener velocidades de 2,048 Mbps y velocidades fraccionales de $n \times 64$ Kbps (donde n va de 1 a 31) por canal.



Figura 2.34. Tarjeta E1 fraccional^[2.5]

2.4.1.5.2 Tarjetas FXS y FXO

Estas tarjetas vienen con dos o cuatro pórticos, la distribución de los mismos para la configuración del equipo es de la siguiente manera:

Puerto de la tarjeta FXS o FXO	slot del equipo		
	1	2	3
	Puerto asignado en el equipo	Puerto asignado en el equipo	Puerto asignado en el equipo
1	51	61	71
2	51	62	72
3	53	63	73
4	54	64	74

Tabla 2.6. Tarjeta de 4 puertos FXS o FXO[2.5]

Puerto de la tarjeta FXS	slot del equipo		
	1	2	3
	Puerto asignado en el equipo	Puerto asignado en el equipo	Puerto asignado en el equipo
1	7	9	11
2	8	10	12

Tabla 2.7. Tarjeta de 2 puertos FXS[2.5]



Figura 2.35. Conectores RJ11 FXS[2.5]

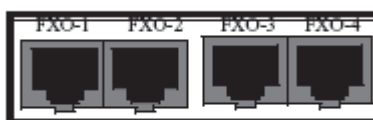


Figura 2.36. Conectores RJ11 FXO[2.5]

2.4.1.5.3 Tarjetas E1 Canalizadas

Estas tarjetas vienen con dos E1s, no pueden ser fraccionadas, aquí se transmite información con la velocidad de todo el E1.



Figura 2.37. Tarjeta E1 Canalizada^[2.5]

2.4.2 PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

2.4.2.1 Nodo

- *Node Name*: Nombre para identificar al nodo.
- *Node Address*: Dirección del nodo para llamadas destinadas a él.
- *Node Number*: Número de identificación único del nodo para el ruteo.
- *Maximun Routing Hops*: Número máximo de saltos entre nodos.
- *Maximun Routing Hops For Voice*: Número máximo de saltos que una llamada de voz puede pasar antes de alcanzar su destino.

2.4.2.2 Puerto

- *Port Type*: Tipo de puerto puede ser: X25, FRI, FRA, PPP.
- *Connection Type*: Especifica si se usa o no intercambio de señales de control y de reloj requeridas para la conexión del puerto. Puede ser:
 - SIMP - simple, no señales de control requeridas.
 - SIMPb - simple, no señales de control requeridas para la transmisión y recepción de datos.

DTR - dedicado, requiere la señal DTR (*Data Terminal Ready*).

- *Frame Sequence Counting*: Nivel de números de secuencia de trama, normal (módulo 8) o extendido (módulo 128).
- *Packet Sequence Counting*: Nivel de números de secuencia de paquete, normal (módulo 8) o extendido (módulo 128). Este parámetro debe tener el mismo valor en ambos lados de la conexión.
- *Maximum Voice Bandwidth bits per sec*: Límite del ancho de banda en bits por Segundo (incluyendo cabeceras) para el tráfico de voz que pasa a través del puerto Frame Relay. Un valor de cero deshabilita este tipo de tráfico por este puerto.

2.4.2.3 Estaciones FRI

- *Station Type*: Identifica el tipo de estación, puede ser:
ANNEX G: Usa X.25 para señalización de capa 3
BYPASS: No hay señalización para los SVCs de esta estación.
- *Station Circuit Type*: Tipo de circuito para la estación, puede ser PVC o SVC.
- *DLCI*: Es el identificador único para la estación en el puerto FRI.
- *Committed Information Rate (CIR)*: Velocidad en bits por segundo que la red Frame Relay se compromete a transmitir en condiciones de congestión.
- *Committed Burst Size (BC)*: Es el volumen e información comprometida que se transmite durante el intervalo Tc.
- *Link Address*: Dirección de enlace lógica, puede ser DTE o DCE
- *K Frame Window*: Tamaño de ventana a nivel de trama, debe ingresarse el mismo valor en ambos lados.

- *W Packet Window*: Tamaño de ventana a nivel de paquete, debe ingresarse el mismo valor en ambos lados.
- *P Packet Size*: Máximo tamaño del paquete X.25 usado en la estación. Debe ingresarse el mismo valor en ambos lados.

2.4.2.4 Interfaz T1/E1

- *Interfaz Type*: Tipo de interfaz, puede ser E1 o T1.
- *Format type*: Aquí se especifica si el E1 es:
 - Fraccional: Se puede dividir el E1 en grupos de slots de tiempo.
 - Canalizado: Se usa todo el E1, No puede ser dividido.
 - ISDN-PRI: Es usado para llevar transmisiones múltiples de voz entre dos localidades.
- *First Channel Port*: Puerto en el cual está instalada la tarjeta del E1/T1.
- *First Channel Time Slot*: Especifica la forma de trabajo con los times slots, de 1 a 24 para T1 o de 1 a 31 para E1, esto si la tarjeta es fraccional.
- *Line Impedance*: Impedancia de la línea, puede ser 75 o 120 ohmios.

2.4.2.5 Tabla de ruteo

Con estos parámetros se especifica los diferentes destinos y el interfaz por el cual va a salir.

- *Address*: Dirección del nodo al cual se quiere llegar.
- *Destination*: La forma como se va a llegar a la dirección ingresada en el parámetro anterior, (sotcp, fri10s1).

- *Priority*: Se pueden tener varios valores en “Destination” para llegar a un mismo nodo, con este parámetro se da prioridades (1 a 15, 1 la más alta, 15 la más baja) a cada uno de éstos.

2.4.2.6 Conexiones LAN

- *Router Interface Number*: Especifica la interfaz del ruteador que está usando esta conexión LAN.
- *Encapsulation Type*: Especifica el tipo de encapsulación de datos usada sobre esta conexión LAN.

2.4.2.7 Estado de interfaces del ruteador

- *Interface Number*: Número de la interfaz que se va a configurar.
- *Interface State*: Habilitar o deshabilitar todas las operaciones de ruteo sobre el interfaz indicado.

2.4.2.8 Direcciones LAN y WAN

- *Interface Number*: A cada interfaz se le debe asignar un número. Los números desde 1 a 4 son para los puertos LAN y los de 56 en adelante son usados para conexiones que son a través de circuitos virtuales a por redes WAN como X.25 o Frame Relay.
- *IP Address*: Una dirección IP válida para el interfaz.
- *IP Address Mask*: Máscara de red.
- *Accept RIP*: Versión del protocolo RIP que se va a usar.

2.4.2.9 Puertos Virtuales

- *Virtual Port Type*: Especifica el tipo de puerto virtual, puede ser:
 - TDM-VOICE
 - PRI-VOICE
 - TDM-DATA
 - PRI-DATA
- *Virtual Port Number*: Especifica el número del puerto virtual.
- *Interface Number*: Especifica el número del interfaz asociado al Puerto virtual que se va a configurar.
- *Time Slot*: Especifica la asignación de los slots de tiempo. (1 – 31, si se va a ocupar todo un E1 por ejemplo).

2.4.2.10 Voz

2.4.2.10.1 Voice Switch Selection Table

- *Received Digits String*: Aquí se ingresa el plan de numeración para la red, o sea los números de extensiones para comunicación dentro de la empresa. Se puede usar el parámetro “W” para decir cualquier número, por ejemplo si se desea ingresar una entrada para poder marcar números dentro de Pichincha se coloca la entrada “02W”.
- *Number of Digits to be Received*: indica el número de dígitos que se va a marcar.
- *Call Parameters*: Se define la dirección del nodo al cual se va a llamar, lo que se haya ingresado en “Network Address” y seguido el número de puerto del canal de voz.

- *Voice Switching Features*: Características de la conmutación de voz, pueden ser:
 - NONE: No están habilitadas las características.
 - ALT_DEST: Habilitar destino alternativo, en caso de que no se alcance el destino remoto.
 - DISABLE_LOCAL_ECHO: Deshabilitar la cancelación de eco del Puerto de voz local.
 - DISABLE_REMOTE_ECHO: Deshabilitar la cancelación de eco del Puerto de voz remoto.
 - CENTRALIZE_SWITCHING_TABLE: Para que el destino se busque en una tabla de voz centralizada.

2.4.2.10.2 *Parámetros de conmutación de voz centralizada*

- *Enable Centralized Voice Switching*: Para habilitar la centralización de la tabla de voz.
- *Centralized Voice Switching Subaddress*: Dirección del nodo donde se encuentra esta tabla centralizada.
- *Number of Simultaneous Centralized Voice Switching users*: Número de usuarios simultáneos.

2.4.3 ANÁLISIS DE CONFIGURACIÓN

Los parámetros de configuración que se van a analizar para cada equipo de la red WAN son: Parámetros generales del nodo, información de los puertos, estaciones FRI (*Frame Relay Interface*), Interfaz T1/E1, tablas de ruteo, conexiones LAN y tablas de voz.

La configuración de los equipos Motorola Vanguard se la puede realizar ingresando al equipo vía consola, aquí se presenta el menú principal de configuración.

A continuación se va a dar un resumen de cómo están configurados los nodos principales de la red, el ruteador principal en el edificio “El Rocío”, los nodos de paso “Pichincha A y B” y un nodo en la estación remota el “Beaterio”, la cual se ha tomado como ejemplo representativo de configuración de las demás estaciones, ya que ésta es la base para todas. La configuración total se la puede ver en el Anexo 1 (Configuración de Equipos).

2.4.3.1 Ruteador de “El Rocío”

En la configuración el nodo tiene como dirección el número 200 con el cual se identifica para comunicarse con los demás ruteadores.

Este equipo posee una tarjeta Ethernet 100 BaseT en el puerto 5, la cual va conectada al switch principal que conecta la LAN del edificio. De este switch existe una conexión hacia un ruteador cisco para la conexión con Riobamba y Cuenca, que son enlaces arrendados.

Se tiene una tarjeta E1 canalizada en el interfaz T1/E1 4, éste está asociado al puerto virtual 100 que está configurado como FRI y se enlaza con el Ruteador Pichincha A”, el cual posee una tarjeta E1 fraccional en el puerto 7 que también está configurada como FRI y que se conecta con el ruteador de Petroindustrial “PIN”.

El interfaz T1/E1 5 de la tarjeta E1 canalizada va conectado a la central telefónica IP Mitel con lo que se tienen 30 canales de voz, para lo cual este interfaz está configurado como “ISDN-PRI”, y además se configuran 30 puertos virtuales como “PRI-VOICE” asociados a este interfaz, un puerto por cada canal de voz. Se tiene configurada una tabla de conmutación, en la cual se especifica (en *Received Digits String*) las extensiones con las cuales se va a tener comunicación, así como los números telefónicos dentro del país a los cuales se desea llamar, también se especifica (en *Call parameters*) el número de nodo y puerto al cual están conectadas estas extensiones. Esto se aprecia en la tabla 2.8.

Para la conexión con las estaciones en Galápagos se lo hace a través de un modem, al cual se llega desde el interfaz serial del ruteador en el puerto 2, el mismo que está configurado como FRI.

Received Digits String	Number of Digits to be Received	Call parameters
02W,	9	20060
03W,	9	20060
04W,	9	20060
05W,	9	20060
06W,	9	20060
07W,	9	20060
1W,	4	20060
22W,	6	20060
4W,	4	41060
5100	4	22051
5101	4	22053
5102	4	22052
5103	4	22054
5104	4	20060

Tabla 2.8. Tabla de conmutación de voz Ruteador “El Rocío”^[2.6]

El parámetro W permite ingresar cualquier número, la tabla completa se la puede ver en el Anexo 1.1 (Configuración “El Rocío”).

2.4.3.2 Ruteador “Pichincha A”

En la configuración el nodo tiene como dirección el número 210 con el cual se identifica para comunicarse con los demás ruteadores.

Este equipo posee un puerto Ethernet 10 BaseT, tres tarjetas E1 fraccionales en los puertos 7,10 y 13 los cuales están configurados como FRIs que se conectan con Rocío, Ambato y Sto. Domingo respectivamente, cada uno con toda la capacidad del E1.

Se tienen también dos tarjetas E1 canalizadas en los interfaces T1/E1 4, 5, 6 y 7 ubicados en el último slot del equipo. Los interfaces 5 y 7 están asociados a los puertos virtuales 100, 101 configurados como FRIs, como se puede ver en la tabla 2.9.

Virtual port type.	Virtual port number.	Interface number.	Time slot.
TMD-DATA	100	5	1 a 31
TMD-DATA	101	7	1 a 31

Tabla 2.9. Puertos virtuales Ruteador “Pichincha A”^[2.6]

Estos puertos 100 y 101 se conectan con toda la capacidad del E1 hacia Esmeraldas y Gasolinera respectivamente.

Este ruteador se conecta con otro del mismo tipo “Pichincha B” por medio de un protocolo propietario de Vanguard SOTCP, el cual encapsula y transporta protocolos seriales sobre una red IP. Para establecer esta comunicación se deben tener habilitados las interfaces Ethernet en ambos equipos y asociar dos direcciones IP de las mismas. Para esto se configura el mapa sotcp, en este equipo se tiene configurado lo siguiente:

Destination X.25 Address	*
Destination IP Address	172.20.40.126

Tabla 2.10. Mapa sotcp Ruteador “Pichincha A”^[2.6]

Con lo cual todo el tráfico sobre SOTCP tiene como siguiente salto la dirección IP 172.20.40.126 que es la dirección del otro extremo, en este caso el ruteador “Pichincha B”.

Para la parte de voz se tiene configurada la misma tabla que en el ruteador “El Rocío”

2.4.3.3 Ruteador “Pichincha B”

Esta configuración es parecida a la del ruteador “Pichincha A”, ya que los dos son nodos de paso.

El nodo tiene como dirección el número 211 con el cual se identifica para comunicarse con los demás ruteadores.

Aquí se tiene un puerto Ethernet para la conexión por SOTCP con el ruteador “Pichincha A”, tres tarjetas E1 fraccionales en los puertos 7,10 y 13, los cuales están configurados como FRIs que se conectan con “Beaterio”, “Cerro Azul A” (abarca toda la regional sur) y “Aeropuerto” respectivamente, cada uno con toda la capacidad del E1.

Se tienen también dos tarjetas E1 canalizadas en los interfaces T1/E1 4, 5, 6 y 7, ubicados en el último slot del equipo. Estos interfaces están asociados a los puertos virtuales 100, 101, 102 y 103, como se puede ver en la tabla 2.11, en donde también se observa que un E1 se está dividido en los interfaces 6 y 7, con la ayuda de los puertos virtuales.

virtual port type	Virtual port number	Interface number	Time slot
TMD-DATA	100	4	1 a 31
TMD-DATA	102	6	1 a 8
TMD-DATA	103	7	9 a 31

Tabla 2.11. Puertos virtuales Ruteador “Pichincha B”^[2.6]

Estos puertos virtuales (100, 102 y 103) se conectan con Petroindustrial (PIN), Oyambaro y Condijua respectivamente.

Para la conexión con “Pichincha A” se lo hace por SOTCP como ya se lo mencionó y para esto se tiene el siguiente mapa sotcp configurado para que todo este tráfico se vaya hacia la dirección IP 172.20.64.125.

Destination X.25 Address	*
Destination IP Address	172.20.40.125

Tabla 2.12. Mapa sotcp Ruteador “Pichincha B”^[2.6]

En la parte de voz se tiene configurada la misma tabla que en el ruteador “Pichincha A”, esta tabla es igual en todos los ruteadores.

2.4.3.4 Ruteador en el “Beaterio”

En la configuración el nodo tiene como dirección el número 220 con el cual se identifica para comunicarse con los demás ruteadores.

Aquí se tiene dos tarjetas Ethernet 10 Base T en los puertos 5 y 13, la tarjeta en el puerto 5 va hacia el switch principal del Beaterio para la red LAN de esta estación, mientras que la tarjeta en el puerto 13 va hacia un ruteador de prueba con el cual se conecta por SOTCP.

Se tienen tarjetas de voz FXS (de 4 puertos) en los puertos físicos 7 y 10.

Se tiene también una tarjeta E1 canalizada en el interfaz T1/E1 4, ésta está asociada al puerto virtual 100, el cual se conecta con el ruteador “Pichincha B” con toda la capacidad del E1 como lo muestra la tabla 2.13.

virtual port type	Virtual port number	Interface number	Time slot
TMD-DATA	100	4	1 a 31

Tabla 2.13. Puertos Virtuales Ruteador “Beaterio”^[2.6]

Para la parte de voz se configuran los puertos donde están conectadas las tarjetas FXS (ver sección 2.4.1.5.2 Tarjetas FXS y FXO), aquí se especifica el tipo

de puerto como de voz y el tipo de interfaz como FXS. También se puede configurar parámetros de compresión y nivel de señal.

2.4.4 ANÁLISIS DE TRÁFICO Y CARGA EN LOS EQUIPOS

Por medio de la herramienta de MRTG se realizaron mediciones de tráfico y carga de CPU en los equipos de interconectividad de la red con la finalidad de ver cuáles enlaces son los que consumen mayor ancho de banda y qué equipos están siendo sobre usados. Los resultados de estas mediciones se las puede ver en los Anexos 2 (Medición de uso de ancho de banda de estaciones) y 3 (Carga de CPU en ruteadores).

2.4.4.1 Mediciones de uso de ancho de banda

El enlace entre Rocío y Pichincha tiene una capacidad de un E1, este enlace es compartido por todas las conexiones Frame Relay a los distintos lugares remotos.

El MRTG da la información de este tráfico para cada interfaz Frame Relay que se ha creado en el equipo y que se esté usando.

En el Anexo 2.1 (Tráfico desde el ruteador “El Rocío” hacia las estaciones remotas) se pueden observar los gráficos del uso de ancho de banda obtenidos para las estaciones remotas. En la tabla 2.14 se puede ver el resultado del cálculo de tráfico, ver Anexo 4 (Cálculo de tráfico para estaciones remotas), que va desde el encaminador de “El Rocío” hacia las estaciones remotas. Para esto se realizó un promedio con las mediciones tomadas por el MRTG en las horas laborables de la empresa. Con estos datos se podrá determinar cómo está siendo usado el enlace entre este ruteador y el nodo de paso “Pichincha A” que tiene la capacidad de un E1.

Tráfico desde el Rocío	
Estación	Tráfico KBps
Gasolinera	4,69
Ambato	7,10

Sto Domingo	13,33
Esmeraldas	53,79
Aeropuerto	1,52
Oyambaro	3,68
Condijua	35,55
Beaterio	26,23
Cerro Azul A	91,99
total en kBps	237,88
total en kbps	1903,07

Tabla 2.14. Tráfico desde Ruteador “El Rocío”

Todo este tráfico pasa por el enlace entre “Pichincha A” y el ruteador de “El Rocío”, con lo cual se puede observar que el canal está siendo usado casi en su totalidad en las horas laborables de la empresa.

También se tienen otros enlaces desde el ruteador principal que van hacia las islas Galápagos, Riobamba y Cuenca, pero este tráfico ya no pasa por este E1 hacia el Pichincha, sino que son enlaces arrendados.

2.4.4.2 Mediciones de carga de CPU

Un equipo con un uso normal de su CPU tiene una carga promedio que no pasa del 80%, si esta carga está más allá de este límite, el equipo está siendo sobre usado y se debe tomar medidas al respecto.^[2.10]

Según las mediciones realizadas existen nodos con problemas de sobrecarga en CPU ubicados en Rocío, Pichincha A, Pichincha B, Cerro Azul A y Esmeraldas.

Las posibles causas para esta sobrecarga son las conexiones sobre SOTCP, el no centralizar las tablas de voz, las múltiples conexiones a distintos lugares desde el mismo equipo, la habilitación de alarmas en los ruteadores, entre otras.

En el Anexo 3.1 (Equipos con problemas de carga en CPU) se pueden ver las gráficas obtenidas con MRTG para estos equipos con problemas, también se

muestra la carga de CPU para otros equipos que no presentan problemas, ver Anexo 3.2 (Otros equipos con carga normal de CPU).

2.5. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA UTILIZADA PARA EL MONITOREO DE LAS APLICACIONES

Para el monitoreo de las aplicaciones se utilizó un equipo analizador de tráfico, de la marca Packeteer, el equipo usado es el PacketShaper 2500, a continuación se explica su funcionamiento y configuración.

2.5.1 INTRODUCCIÓN

El Packeteer es un equipo con el cual se puede mostrar los diferentes protocolos que están corriendo en la red, lo que es muy útil para la optimización de las aplicaciones en la red WAN.

El modelo que se tiene es el PacketShaper 2500, el cual tiene una capacidad máxima tanto de entrada como de salida de 10 Mbps. Se tiene un módulo de monitoreo que permite observar las aplicaciones que están usando la red, qué porción de ancho de banda están consumiendo y los retardos que están originando.

El equipo puede realizar descubrimiento de tráfico, con lo cual se puede mostrar automáticamente qué protocolos están corriendo en la red.

El módulo de shaping permite crear políticas de manejo de ancho de banda, con lo cual se puede tratar de forma individual tráfico de cada aplicación, se puede asignar para cada aplicación un ancho de banda mínimo para que éstas funcionen de manera óptima.

Si el PacketShaper se encuentra en la parte central de la WAN, una buena práctica es crear clases por dirección IP que identifiquen cada uno de los lugares remotos de la red; y, para cada uno de éstos se puede habilitar el descubrimiento

de tráfico, con lo cual se puede tener una visión del tráfico que está corriendo en cada sitio. A cada clase se le puede dar una partición, con lo cual se maneja el ancho de banda del tráfico de una clase, con esto se garantiza una cierta porción del mismo para cierta clase, también se limita el uso del ancho de banda a cierto máximo (*fixed partition*) y existe la opción de usar un poco mas de ancho de banda siempre y cuando esté disponible (*burstable partition*).

El módulo de reportes muestra gráficos sobre la utilización del ancho de banda, la eficiencia de la red, las clases que más están usando el ancho de banda. También existe un gráfico en tiempo real que permite observar las tasas de entrada y salida del PacketShaper.

Aquí también es posible la creación de reportes para una clase específica.

2.5.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO^[2.2]

Las siguientes características son válidas para el modelo 2500.

Capacidades máximas

Clases	512
Particiones Dinámicas	512
Particiones Estáticas	256
Políticas de manejo de AB	512
Número máximo de reglas	1280
Host IP	10000

Opciones de software y actualizaciones

Solo monitoreo	Sí
Velocidad de los enlaces	128 Kbps 512 Kbps 2 Mbps 6 Mbps 10 Mbps

Interfaces

Interfaces de red (entrada y salida)	Cobre: 10/100 Mbps
Módulos de expansión LAN (máx. 2)	10/100 Mbps
Puerto de consola	RS-232 (AT-compatible) con conector macho DB-9

Energía

Suministro de energía	100/240 VAC; 50/60 Hz, 2 A
-----------------------	----------------------------

Tabla 2.15. Especificaciones técnicas Packeteer^[2.2]

2.5.3 INFORMACIÓN ACTUAL DEL EQUIPO:

Unit: Packeteer Traffic Discovery: On Shaping: On

Product: PacketShaper® 2500
IP Address: 172.20.64.160
Serial Number: 025-10021800
Software Version: 8.0.1g1
Compression: Not Licensed
Acceleration: Not Licensed
Inbound Rate: 2048k
Outbound Rate: 2048k
Inside Fast Ethernet NIC Speed: 100BaseT full-duplex
Outside Fast Ethernet NIC Speed: 100BaseT full-duplex

access level

[logout](#)

Access Level: Touch

utilities

[file browser >](#)

[quick commands >](#)

Product: PacketShaper 2500
Serial Number: 025-10021800
Memory: 512 Mbytes
Flash Total: 59.1 Mbytes
Flash Available: 46.7 Mbytes
Main NIC: 10/100M
Uptime: 15 days, 23 hours, 57 minutes, and 49 secs

Figura 2.38. Información actual del equipo^[2.3]

2.5.4 MODOS DE OPERACIÓN

2.5.4.1 Modo local

El modo local es para unidades que trabajan independientemente. Si se tiene una o pocas unidades y cada una tiene diferentes funciones, se debe usar este modo.

2.5.4.2 Modo compartido

El modo compartido usa un servidor de directorio y trabaja con *Policy Center*, aquí se tiene una aplicación de administración centralizada para manejar y configurar múltiples PacketShapers en la empresa. *Policy Center* ofrece una forma rápida de instalar múltiples unidades con configuraciones similares.

2.5.5 PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

2.5.5.1 Parámetros preinstalación para modo local

La siguiente información tiene que ser dada para configurar el PacketShaper:

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS A INGRESAR
Dirección IP	Dirección IP que va a ser asignada al equipo.	172.20.64.160
Máscara de red	Máscara de la subred donde reside el PacketShaper	255.255.255.248
Gateway	Dirección IP que el PacketShaper usa para alcanzar otras redes	172.20.64.150
DNS servers	Dirección IP de los servidores DNS	172.20.64.33 200.31.6.34
Domain	Nombre de dominio predeterminado del equipo	pco.com
Look Password	Clave para el acceso solo lectura	No establecido
Touch Password	Clave para el acceso lectura/escritura	No establecido
Inbound and Outbound Rates	Velocidades de entrada y salida del equipo en bps.	2048k

Time Zone	Menú de selección múltiple que permite escoger la zona horaria	
Date	Fecha, ingresarla en el formato: <i>mm dd yyyy</i>	
Time	Hora, ingresarla en el formato: <i>hh:mm:ss</i>	
Modo de operación	Selecciona el modo de operación de la unidad: modo local o modo compartido.	Modo local

Tabla 2.16. Parámetros de configuración^[2.2]

2.5.5.2 Conexión del equipo en la red

En el siguiente diagrama se puede ver cómo está conectado actualmente el PacketShaper en la red. Éste se encuentra entre el ruteador El Rocío y el Switch principal.

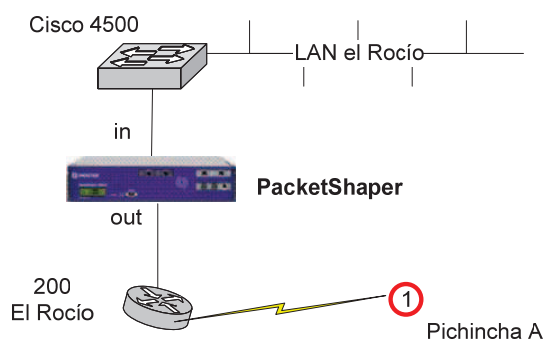


Figura 2.39. Conexión del PacketShaper

2.5.6 CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE PACKETWISE

Luego de instalar el PacketShaper en la red, es necesario configurar el software "PacketWise". El interfaz web que ofrece PacketWise ayudará en las decisiones de configuración. También se puede correr la configuración vía telnet o vía serial por la consola de línea de comandos.

2.5.6.1 Configuración vía browser

1. Se debe tener un navegador como Netscape 7.1 o superior, Internet Explorer v5.5 o superior, Windows NT, 2000, o XP para configurar el software.
2. Iniciar el navegador e ingresar la dirección IP por default del equipo "207.78.98.254". (el equipo desde el cual se va a realizar la configuración debe estar en el mismo segmento de red.)
3. Una vez ingresado al equipo, se está listo para iniciar la configuración. Una ventana similar a la siguiente va a aparecer en la pantalla:

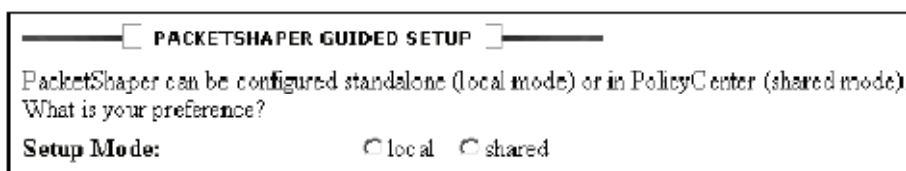


Figura 2.40. Selección Modo de Operación

4. Seleccionar modo local.
5. Contestar las preguntas que se van realizando usando la información de la preinstalación para el modo local.
6. Una vez terminado esto aceptar todos los cambios, una ventana de diálogo notificará que la configuración va a ser guardada.

2.5.7 CREACIÓN DE RESPALDOS

2.5.7.1 Pasos para la creación de respaldos:

Para guardar una copia de la configuración:

1. Crear un directorio donde se almacenará la configuración.
2. En la ventana de comandos ingresar al nuevo directorio creado.
3. Iniciar una sesión ftp (El PacketShaper actúa como servidor ftp):

- ```
ftp 172.20.64.160
```
4. Ingresar un nombre de usuario para la sesión.
  5. Ingresar el *password touch* si es que se está usando alguno.
  6. Para ingresar al directorio donde se almacenan los archivos de configuración escribir:

```
cd cfg
```
  7. Para transferir el archivo config.ldi del PacketShaper a su disco local escribir:

```
ascii
```

```
get config.ldi (para copiar el archivo)
```

```
quit
```

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
19/10/2006 08:44 <DIR> .
19/10/2006 08:44 <DIR> ..
 0 File(s) 0 bytes
 2 Dir(s) 47.924.936.704 bytes free

F:\My Documents\DPBWILD\pco\Packeteer\respaldo>ftp 172.20.64.160
Connected to 172.20.64.160.
220 172.20.64.160 PacketShaper FTP server ready.
User (172.20.64.160:(none)): damian
331 damian login ok, send PacketShaper touch password.
Password:
230 User touch logged in.
ftp> cd cfg
250 CWD command successful.
ftp> ascii
200 Type set to A.
ftp> get config.ldi
200 PORT command successful.
150 Opening ASCII mode data connection for config.ldi (423432 bytes).
226 Transfer complete.
ftp: 438318 bytes received in 0,27Seconds 1654,03Kbytes/sec.
ftp> quit
221 Goodbye.

F:\My Documents\DPBWILD\pco\Packeteer\respaldo>
```

Figura 2.41. Creación de respaldos

Para restaurar la configuración:

1. En la ventana de comandos ingresar al directorio donde se encuentra el archivo de respaldo.
2. Iniciar una sesión ftp (El PacketShaper actúa como servidor ftp):

```
ftp 172.20.64.160
```
3. Ingresar un nombre de usuario para la sesión
4. Ingresar el password touch si es que se está usando alguno
5. Para transferir el archivo config.ldi a la memoria flash del PacketShaper escribir:

```
ascii
put config.ldi (para copiar el archivo)
quit
```

6. Para cargar la configuración recién copiada se debe ir al interfaz de línea de comandos del PacketShaper y escribir el siguiente comando:

```
config load config.ldi
```

Para respaldar las mediciones de tráfico:

Este respaldo se lo debe hacer cada mes, ya que pasado este tiempo se empieza a sobrescribir en la información anterior. Los pasos a seguir son:

1. Se debe tener un servidor ftp en la máquina donde se va a descargar el respaldo de la información
2. Se debe configurar en este servidor un usuario, clave de acceso y un directorio para la descarga.
3. Ingresar al equipo via telnet.
4. Aquí digitar el siguiente comando:

```
measure backup all groups
usuarioftp:claveftp@dirservidorftp/home/user/backups/pshaper.dat
```

5. Para restaurar la información que se ha respaldado se digita el comando:

```
measure restore all groups usuarioftp:claveftp@dirservidorftp
/home/user/backups/pshaper.dat
```

## 2.5.8 PLUG-INS

### 2.5.8.1 Instalación de Plug-ins

Para que esta nueva versión de software soporte las opciones de “respuesta adaptiva”, “gráficos en tiempo real” y nuevas clases de tráfico es necesario instalar en el equipo algunos plug-ins que se descargan del sitio Web de Packeteer.

Los pasos a seguir son:

1. Descargar los plug-ins disponibles para esta versión del software en: [http://www.packeteer.com/support/down\\_login.cfm](http://www.packeteer.com/support/down_login.cfm)
2. Ir a la pestaña “inf” del PacketShaper y en ésta hacer clic en “file browser” (ver figura 2.42)
3. Ingresar a la memoria flash y aquí ingresar en la carpeta “PLG/ ” (ver figura 2.43)
4. Una vez aquí, hacer clic en el botón “upload” para cargar los plug-ins descargados de la página Web de Packeteer. (ver figura 2.44)
5. Finalmente resetear la unidad para que los plug-ins se carguen. (ver figura 2.45)

NOTA: Luego de resetear la unidad puede haber mensajes de error, referentes a otros plug-ins de la versión anterior, para solucionar esto borrar estos plug-ins anteriores y resetear nuevamente la unidad.

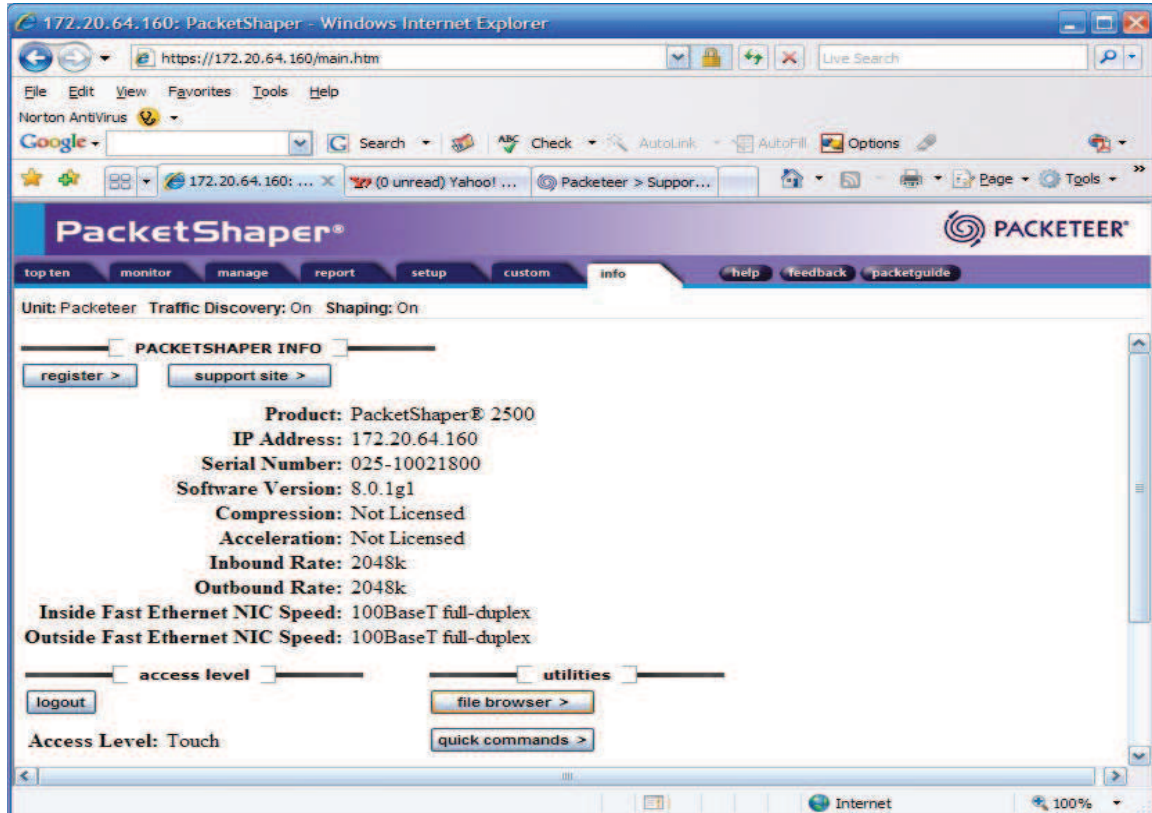


Figura 2.42. Instalación de Plug-ins paso 2<sup>[2.3]</sup>

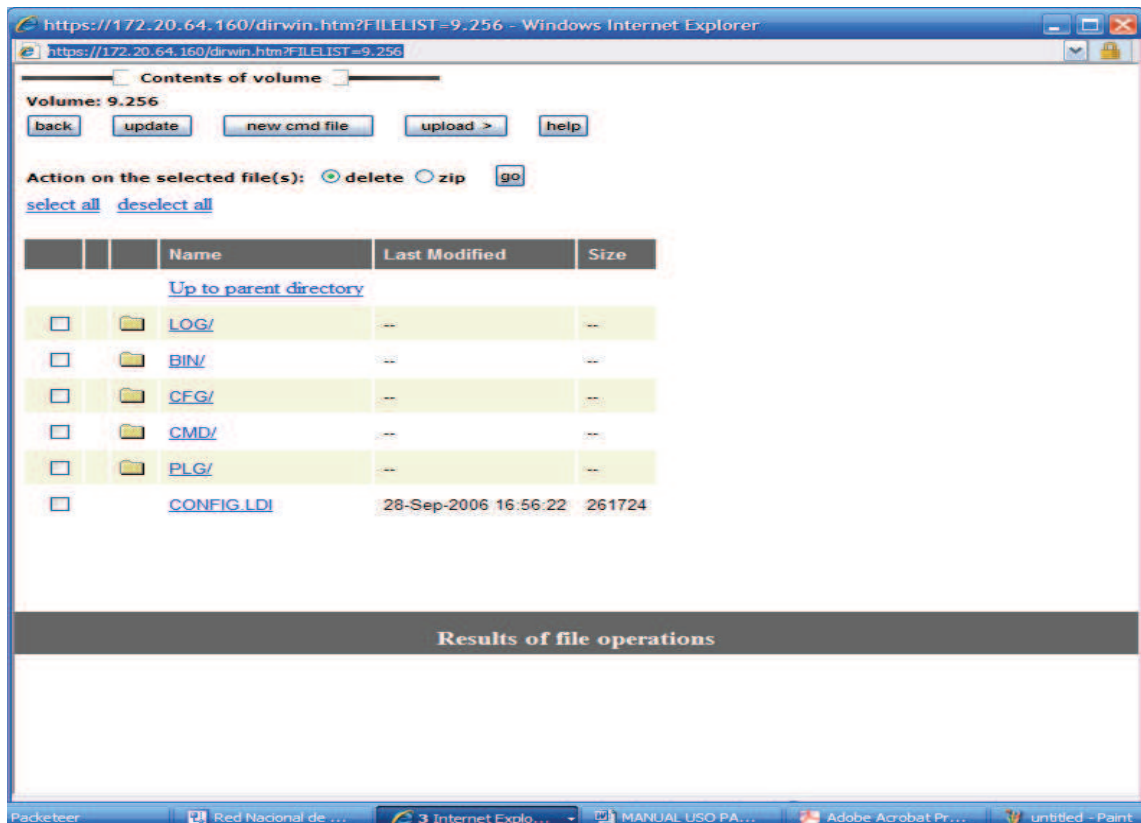


Figura 2.43. Instalación de Plug-ins File Browser<sup>[2.3]</sup>



Figura 2.44. Instalación de Plug-ins paso 4<sup>[2.3]</sup>



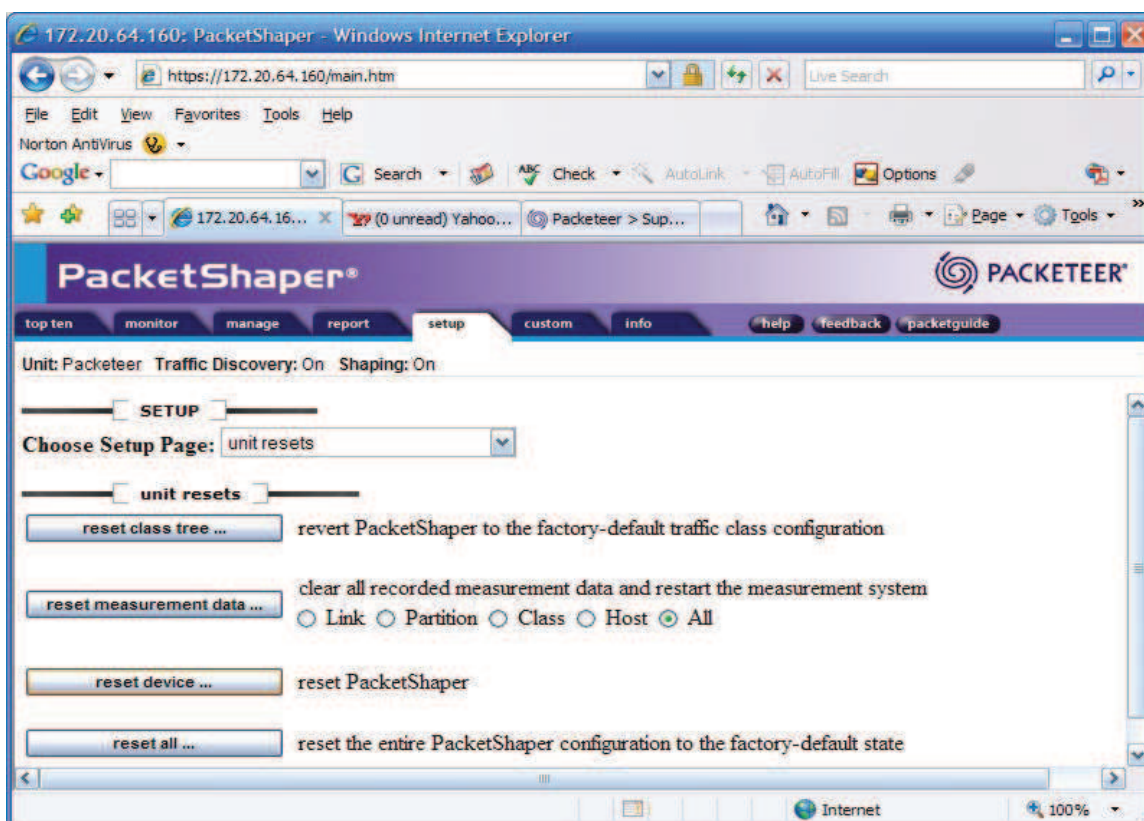
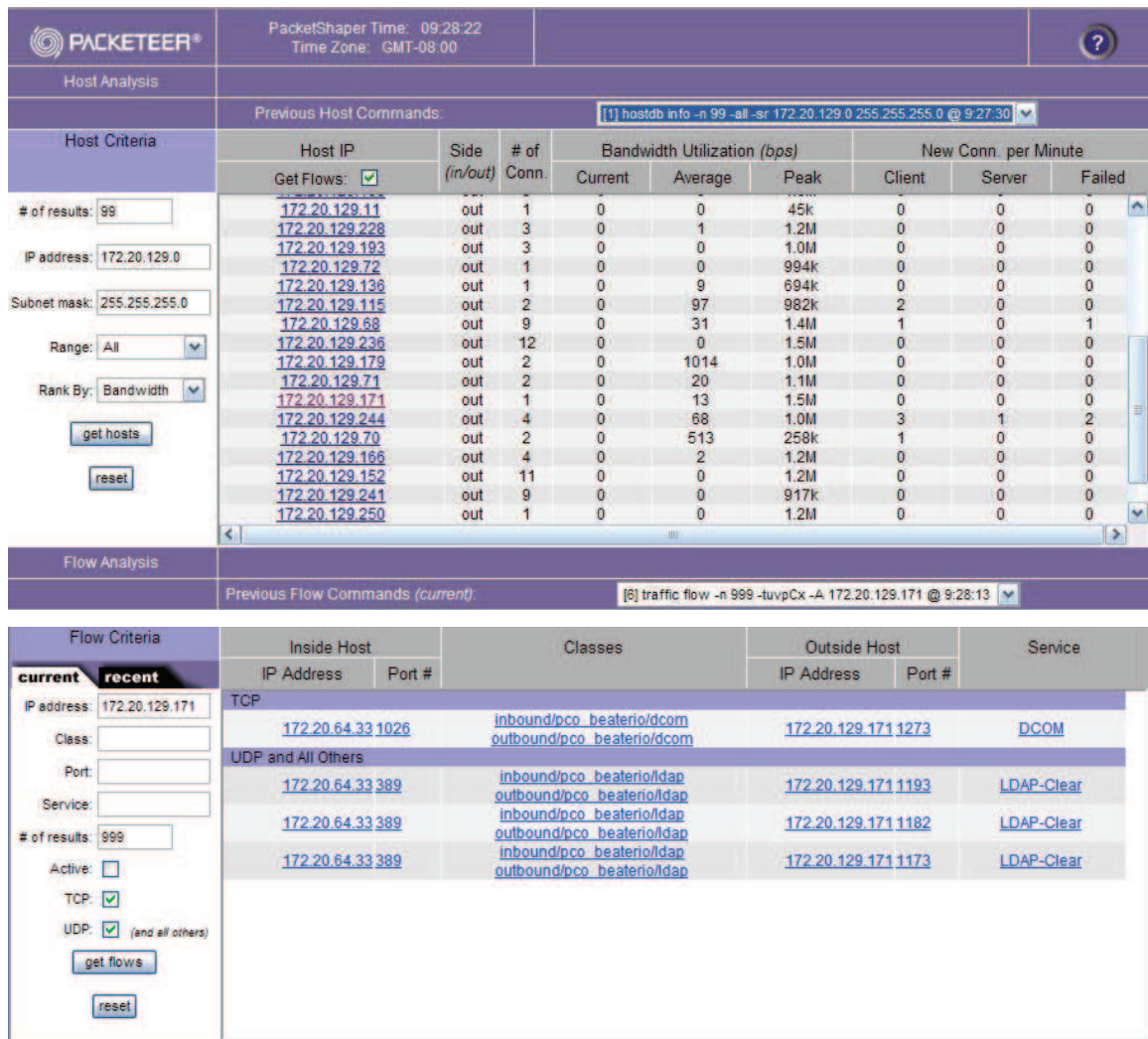


Figura 2.45. Instalación de Plug-ins paso 5<sup>[2.3]</sup>

### 2.5.8.2 Host Analysis

El plug-in de análisis de hosts permite ver la actividad de tráfico de cada host en la red.

- Se puede ver la utilización de AB e información de tráfico para cada host.
- Se puede analizar el tráfico para una IP en particular, un número de puerto o protocolo. Para cada análisis se provee las direcciones IP de las dos partes que están intercambiando datos, la clase a la cual pertenece el host analizado y el protocolo que se está usando.

Figura 2.46. Host Analysis<sup>[2,3]</sup>

### 2.5.8.3 Real Time Graphs

Con esto se puede ver en tiempo real la utilización del ancho de banda en bits por segundo de una o varias clases de tráfico.

Este plug-in muestra tres tipos de gráficos:

#### 2.5.8.3.1 Link View

Aquí se muestran gráficos en tiempo real de las tasas Inbound y Outbound.

**Link View** [Application View](#) [Sub-Application View](#)

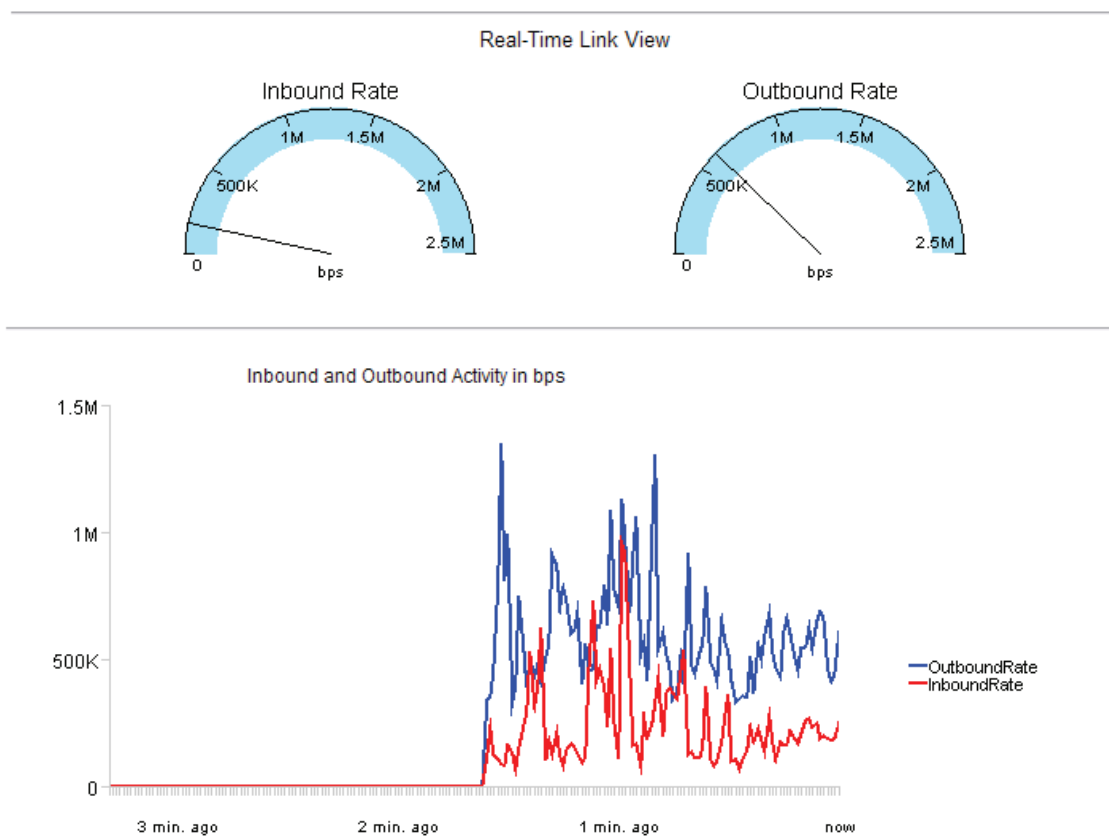
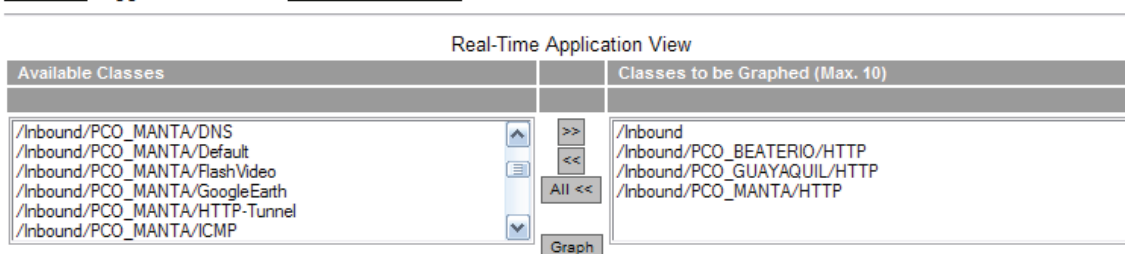


Figura 2.47. Grafico en Tiempo Real – Vista de Enlace<sup>[2.3]</sup>

### 2.5.8.3.2 Application View

Con la vista de aplicaciones se puede seleccionar las clases para mostrar su tráfico en tiempo real. Se pueden ver en un mismo gráfico hasta 10 clases.

**Link View** **Application View** [Sub-Application View](#)



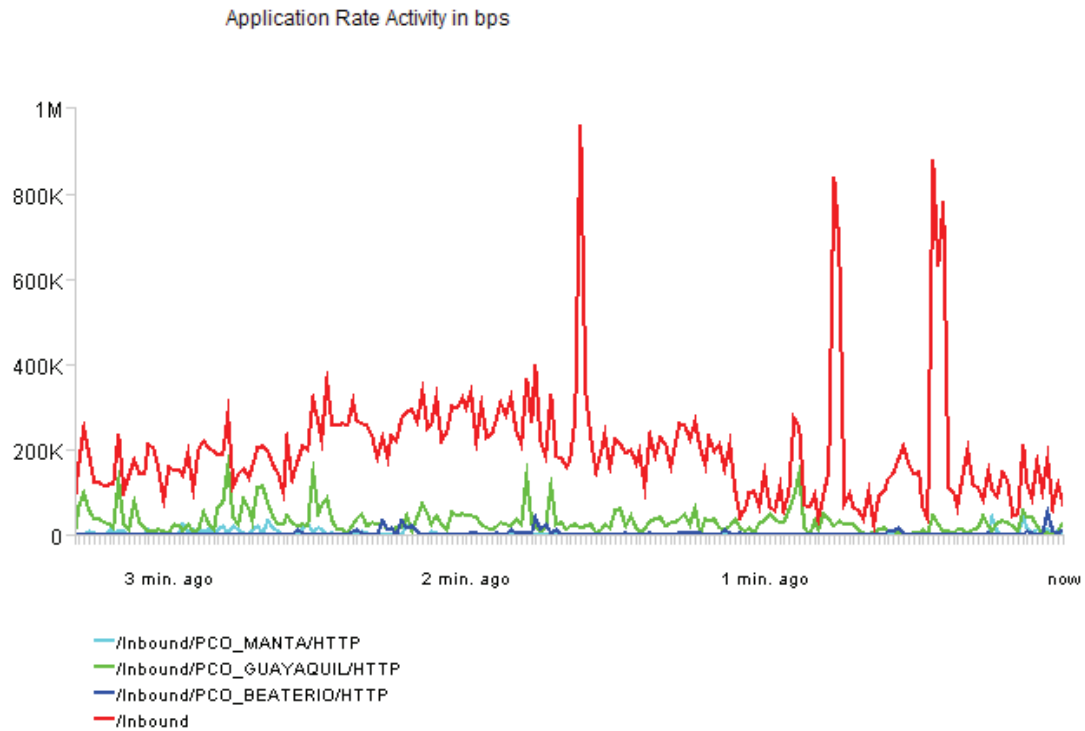


Figura 2.48. Grafico en Tiempo Real – Vista de Aplicación<sup>[2,3]</sup>

### 2.5.8.3.3 Sub Application View

En esta vista se puede seleccionar una clase padre y ver el tráfico en tiempo real de hasta nueve de las clases hijas.

[Link View](#) [Application View](#) **[Sub-Application View](#)**

Real-Time Sub-Application View

| Available Parent Classes (Select 1)    | Available Child Classes (Select up to 9) |
|----------------------------------------|------------------------------------------|
| /Inbound                               | /Inbound/PCO_BEATERIO/ActiveX            |
| /Inbound/PCO_PASCUALES                 | /Inbound/PCO_BEATERIO/BackWeb            |
| /Inbound/PCO_GUAYAQUIL                 | /Inbound/PCO_BEATERIO/RTP-I              |
| /Inbound/PCO_GUAYAQUIL/DiscoveredPorts | /Inbound/PCO_BEATERIO/Citrix             |
| <b>/Inbound/PCO_BEATERIO</b>           | <b>/Inbound/PCO_BEATERIO/FlashVideo</b>  |
| /Inbound/PCO_BEATERIO/RTP-I            | /Inbound/PCO_BEATERIO/GoogleEarth        |
| /Inbound/PCO_BEATERIO/Citrix           | <b>/Inbound/PCO_BEATERIO/HTTP</b>        |
| /Inbound/PCO_BEATERIO/DiscoveredPorts  | /Inbound/PCO_BEATERIO/HTTP-Tunnel        |

[Graph](#)

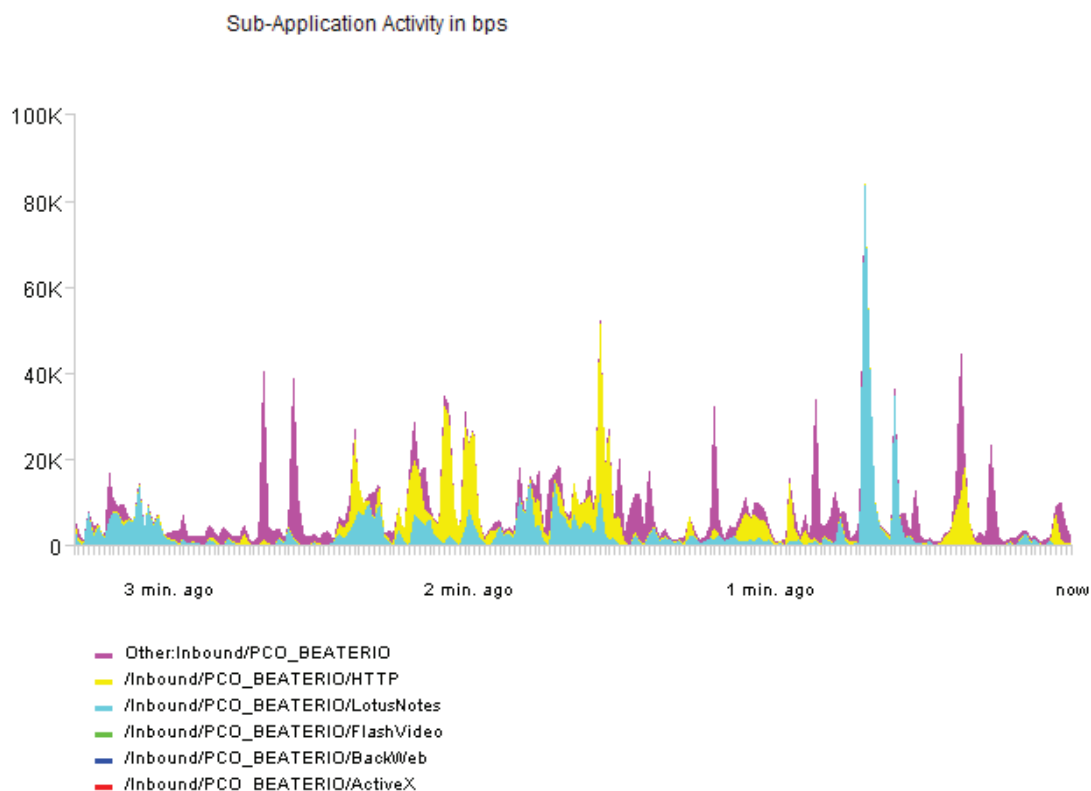


Figura 2.49. Gráfico en tiempo Real – Vista de Sub Aplicación<sup>[2,3]</sup>

NOTA: Este plug-in requiere de la Máquina Virtual de Java (JVM) 1.1.4 o superior. Si ésta no está instalada, se preguntará si desea instalarla.

## 2.6. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS APLICACIONES, SU TRÁFICO Y LA ASIGNACIÓN DEL ANCHO DE BANDA

Para el análisis de las aplicaciones, se ha considerado un período de observación de un mes, y de este período se ha tomado en cuenta los días en los que ha existido mayor demanda de ancho de banda (Lunes a Viernes).

Para el análisis de las características de cada tipo de tráfico como son: tiempos de respuesta, tamaños de transacciones promedios, así como velocidades picos y promedio (ancho de banda)<sup>5</sup>, se ha tomado en cuenta la consideración anterior.

<sup>5</sup> Se utilizará el término ancho de banda para hacer referencia a la velocidad de transmisión, producto de la adopción del término en el mercado.

En el Anexo 5 (Tráfico de Aplicaciones) se incluyen las gráficas de las velocidades promedio de cada aplicación en entrada y salida de datos, la distribución de los retardos y el promedio de datos de cada transacción.

A continuación se describen las principales aplicaciones que se usan en la red, tomando en cuenta la velocidad de transmisión que ocupan en los enlaces, no siendo éstas las únicas aplicaciones que hacen uso de la red.

## **2.6.1 CORREO ELECTRÓNICO**

El servicio de correo electrónico es el principal medio de mensajería interna y externa que la empresa maneja actualmente, y es reconocido por la empresa como un medio de comunicación con la misma validez legal que un oficio, por lo que la información que en ellos se maneja es confidencial y de uso exclusivo de destinatarios y remitentes únicamente.

Actualmente el servicio de correo electrónico, es proporcionado a través de un servidor de mensajería Lotus Notes y con estaciones clientes que manejan el mismo programa, utilizando el protocolo SMTP para envío de correo electrónico.

### **2.6.1.1 Características del servicio.**

Toda persona que trabaje por contratación directa o a través de terceros, así como pasantes de la empresa, tendrán derecho a un casillero de correo electrónico para uso exclusivo en actividades relacionadas con la empresa.

Todos los correos deberán respetar las normas de formato, tamaño, archivos adjuntos y confidencialidad.

Se considera al correo electrónico como un medio de comunicación confiable y disponible.

### 2.6.1.2 Tráfico y asignación de ancho de banda

El tráfico SMTP presenta las siguientes características:

Tiempo de respuesta promedio:

| Total   | Network | Server |
|---------|---------|--------|
| 3900 ms | 3810 ms | 90 ms  |

Tabla 2.17. Tiempo de respuesta SMTP

Tamaño de transacción promedio = 25kbytes

Velocidad de transmisión utilizada:

| Tipo     | Medio  | Picos  |
|----------|--------|--------|
| Inbound  | 40kbps | 76kbps |
| Outbound | 12kbps | 64kbps |

Tabla 2.18. Velocidad de transmisión SMTP

## 2.6.2 SERVICIO WEB

Petrocomercial brinda a su personal, de todas las sucursales, como apoyo y herramienta de consulta para su mejor desempeño laboral acceso a Internet a través de un enlace de 1,5Mbps compartido con el servidor de correo electrónico para el envío y recepción de mensajes externos, este enlace es contratado a la empresa Impsat.

El servicio de Internet se brinda a través de un servidor Proxy que tramita las peticiones y direcciona el tráfico a través del firewall de la empresa.

### 2.6.2.1 Características del servicio

El servicio del web será usado con fines de investigación como herramienta de apoyo al trabajo que desempeñan los empleados en la empresa.

El servicio debe tener una velocidad de respuesta rápida y estar disponible. Se admiten accesos a Internet con fines personales, siempre que éstos no interfieran con las actividades laborales de la empresa.

Están bloqueados los accesos a sitios considerados innecesarios o indebidos en la empresa, entre los que se incluyen descarga de material multimedia, programas, mensajería instantánea, etc.

### 2.6.2.2 Tráfico y asignación de ancho de banda

El tráfico HTTP presenta las siguientes características:

Tiempo de respuesta promedio:

| Total   | Network | Server  |
|---------|---------|---------|
| 8730 ms | 3130 ms | 5600 ms |

Tabla 2.19. Tiempo de respuesta http

Tamaño de transacción promedio = 11kbytes

Velocidad de transmisión utilizada:

| Tipo     | Medio   | Picos    |
|----------|---------|----------|
| Inbound  | 200kbps | 1024kbps |
| Outbound | 1.1Mbps | 2,5Mbps  |

Tabla 2.20. Velocidad de transmisión http



### 2.6.3 VNC (*VIRTUAL NETWORK COMPUTING*)

El protocolo VNC transmite desde el cliente al servidor las pulsaciones de teclado y los movimientos del ratón, y desde el servidor al cliente las actualizaciones de pantalla. Esto tiene ventajas e inconvenientes. Con VNC el servidor puede ver en todo momento lo que está haciendo el cliente, porque ambos controlan la misma pantalla, pero no pueden trabajar los dos a la vez en el mismo computador. A cambio, es un sistema altamente portable entre diferentes sistemas operativos.

En lo que respecta a la seguridad del protocolo, para el envío de la contraseña se utiliza un sistema desafío-respuesta. El resto del tráfico que se transmite se lo hace en texto plano.

El protocolo VNC es usado por el área de mantenimiento y soporte como un mecanismo para brindar ayuda remota a los usuarios en los problemas que éstos tengan en los servicios que se brindan.

#### 2.6.3.1 Tráfico y asignación de ancho de banda

El tráfico VNC presenta las siguientes características:

Tiempo de respuesta promedio:

| Total   | Network | Server |
|---------|---------|--------|
| 6330 ms | 5800 ms | 530 ms |

Tabla 2.21. Tiempo de respuesta VNC

Tamaño de transacción promedio = 120kbytes

Velocidad de transmisión utilizada:

| Tipo     | Medio  | Picos   |
|----------|--------|---------|
| Inbound  | 15kbps | 200kbps |
| Outbound | 24kbps | 73kbps  |

Tabla 2.22. Velocidad de transmisión VNC

## 2.6.4 DNS (*DOMAIN NAME SYSTEM, SISTEMA DE NOMBRES DE DOMINIO*)

El DNS es una base de datos distribuida y jerárquica que almacena información asociada a nombres de dominio en redes.

Los usos de peticiones tipo DNS que se realizan en la empresa son para resolución de nombres de dominio a direcciones IP y la localización de los servidores de correo electrónico de cada dominio.

### 2.6.4.1 Tráfico y asignación de ancho de banda

El tráfico DNS presenta las siguientes características:

Tiempo de respuesta promedio:

| Total   | Network | Server |
|---------|---------|--------|
| 1269 ms | 1267 ms | 2 ms   |

Tabla 2.23. Tiempo de respuesta DNS

Tamaño de transacción promedio = 3.2kbytes

Velocidad de transmisión utilizada:

| Tipo     | Medio  | Picos  |
|----------|--------|--------|
| Inbound  | 3kbps  | 30kbps |
| Outbound | 16kbps | 45kbps |

Tabla 2.24. Velocidad de transmisión DNS

## 2.6.5 NetBIOS IP

NetBIOS provee los servicios de sesión descritos en la capa 5 del modelo OSI. Es un protocolo para compartir recursos en red. Se encarga de establecer la sesión y mantener las conexiones. Pero este protocolo debe transportarse entre máquinas a través de otros protocolos; debido a que por sí mismo no es suficiente para transportar los datos tanto en redes LAN como WAN, para lo cual debe usar otro mecanismo de transporte, en este caso TCP/IP.

El hecho de tener que ser transportado por otros protocolos se debe a que al operar en la capa 5 de OSI no provee un formato de datos para la transmisión.

NetBIOS permite comunicación orientada a conexión (TCP) o no orientada a conexión (UDP). Soporta tanto broadcast como multicast, además de 4 tipos de servicios diferentes: Servicios Generales, Servicio de Nombres, Servicio de Sesión y Servicio de Datagramas.

### 2.6.5.1 Tráfico y asignación de ancho de banda

El tráfico NetBIOS presenta las siguientes características:

Tiempo de respuesta promedio:

| Total  | Network | Server |
|--------|---------|--------|
| 164 ms | 160 ms  | 4 ms   |

Tabla 2.25. Tiempo de respuesta NetBIOS

Tamaño de transacción promedio = 1kbytes

Velocidad de transmisión utilizada:

| Tipo     | Medio  | Picos  |
|----------|--------|--------|
| Inbound  | 12kbps | 30kbps |
| Outbound | 45kbps | 95kbps |

Tabla 2.26. Velocidad de transmisión NetBIOS

## 2.6.6 SNMP

El protocolo SNMP es utilizado para mantener un monitoreo del estado de los principales equipos de la red, éstos son servidores y equipos de interconectividad, con el fin de mantener un reporte de sus niveles de uso. Este servicio de monitoreo fue implementado para el desarrollo de este proyecto.

### 2.6.6.1 Tráfico y asignación de ancho de banda

El tráfico SNMP presenta las siguientes características:

Tiempo de respuesta promedio:

| Total   | Network | Server |
|---------|---------|--------|
| 1320 ms | 1086 ms | 234 ms |

Tabla 2.27. Tiempo de respuesta SNMP

Tamaño de transacción promedio = 8kbytes

Velocidad de transmisión utilizada:

| Tipo     | Medio  | Picos  |
|----------|--------|--------|
| Inbound  | 10kbps | 30kbps |
| Outbound | 3kbps  | 11kbps |

Tabla 2.28. Velocidad de transmisión SNMP

### 2.6.7 *MICROSOFT ACTIVE DIRECTORY*

Active Directory es el nombre utilizado por Microsoft para referirse a su implementación de seguridad en una red distribuida de computadoras. Utiliza distintos protocolos (principalmente LDAP, DNS, DHCP y Kerberos).

Su estructura jerárquica permite mantener una serie de objetos relacionados con componentes de una red, como usuarios, grupos de usuarios, permisos y asignación de recursos y políticas de acceso.

El tráfico de *Microsoft Active Directory* se genera debido a que la red de computadores personales de Petrocomercial está bajo un ambiente Windows en dos dominios internos que son:

- PCO.COM
- PETROCOMERCIAL.COM

#### 2.6.7.1 **Tráfico y asignación de ancho de banda**

El tráfico Active Directory es el tráfico propio de esta aplicación, es decir no considera el tráfico DNS, LDAP, Kerberos y DHCP que genera. Éste presenta las siguientes características:

Tiempo de respuesta promedio:

| Total   | Network | Server |
|---------|---------|--------|
| 2828 ms | 2327 ms | 501 ms |

Tabla 2.29. Tiempo de respuesta Active Directory

Tamaño de transacción promedio = 20kbytes

Velocidad de transmisión utilizada:

| Tipo     | Medio | Picos  |
|----------|-------|--------|
| Inbound  | 2kbps | 20kbps |
| Outbound | 4kbps | 25kbps |

Tabla 2.30. Velocidad de transmisión Active Directory

### 2.6.8 LDAP (*LIGHTWEIGHT DIRECTORY ACCESS PROTOCOL, PROTOCOLO LIGERO DE ACCESO A DIRECTORIOS*)

LDAP es un protocolo a nivel de aplicación que permite el acceso a un servicio de directorio ordenado y distribuido para buscar diversa información en un entorno de red.

Habitualmente, almacena la información de login (usuario y contraseña) y es utilizado para autenticarse aunque es posible almacenar otra información.

El tráfico LDAP que cursa por la red, es el generado por el de *Microsoft Active Directory*.

#### 2.6.8.1 Tráfico y asignación de ancho de banda

El tráfico LDAP presenta las siguientes características:

Tiempo de respuesta promedio:

| Total   | Network | Server |
|---------|---------|--------|
| 1052 ms | 997 ms  | 55 ms  |

Tabla 2.31. Tiempo de respuesta LDAP

Tamaño de transacción promedio = 5kbytes

Velocidad de transmisión utilizada:

| Tipo     | Medio   | Picos  |
|----------|---------|--------|
| Inbound  | 4kbps   | 20kbps |
| Outbound | 2,5kbps | 18kbps |

Tabla 2.32. Velocidad de transmisión LDAP

## 2.6.9 KERBEROS

Kerberos es un protocolo de autenticación de redes que permite a dos computadores demostrar su identidad mutuamente de manera segura. Kerberos garantiza la integridad de datos. De esta manera, proporciona integridad y confidencialidad. Sus diseño se concentra primeramente en un modelo de cliente-servidor y brinda autenticación mutua: tanto cliente como servidor verifican la identidad uno del otro. Kerberos se basa en criptografía de clave simétrica y requiere un tercero de confianza.

El tráfico del protocolo Kerberos, es generado como parte de los procesos de autenticación con el servidor de *Microsoft Active Directory*.

### 2.6.9.1 Tráfico y asignación de ancho de banda

El tráfico Kerberos presenta las siguientes características:

Tiempo de respuesta promedio:

| Total   | Network | Server |
|---------|---------|--------|
| 2868 ms | 2432 ms | 436ms  |

Tabla 2.33. Tiempo de respuesta Kerberos

Tamaño de transacción promedio = 15kbytes

Velocidad de transmisión utilizada:

| Tipo     | Medio | Picos  |
|----------|-------|--------|
| Inbound  | 2kbps | 12kbps |
| Outbound | 1kbps | 17kbps |

Tabla 2.34. Velocidad de transmisión Kerberos

### **2.6.10 DHCP (*DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL, PROTOCOLO DE CONFIGURACIÓN DINÁMICA DE EQUIPOS*)**

DHCP es un protocolo de red que permite a los nodos de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente. Se trata de un protocolo de tipo cliente/servidor en el que un servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van estando libres, sabiendo en todo momento quién ha estado en posesión de esa IP, cuánto tiempo la ha tenido y a quién se la ha asignado después.

La red de Petrocomercial asigna la configuración IP a todos los host de la red de manera dinámica, excepto a servidores y equipos de interconectividad.

#### **2.6.10.1 Tráfico y asignación de ancho de banda**

El tráfico DHCP presenta las siguientes características:

Tiempo de respuesta promedio:

| Total   | Network | Server |
|---------|---------|--------|
| 1637 ms | 1325 ms | 312ms  |

Tabla 2.35. Tiempo de respuesta DHCP

Tamaño de transacción promedio = 8kbytes



Velocidad de transmisión utilizada:

| Tipo     | Medio  | Picos  |
|----------|--------|--------|
| Inbound  | 4kbps  | 22kbps |
| Outbound | 12kbps | 18kbps |

Tabla 2.36. Velocidad de transmisión DHCP

### **2.6.11 BITS (*MICROSOFT BACKGROUND INTELLIGENT TRANSFER SERVICE, SERVICIO DE TRANSFERENCIA INTELIGENTE EN SEGUNDO PLANO*)**

El Servicio de transferencia inteligente en segundo plano (*BITS*) ayuda a transferir grandes cantidades de datos sin disminuir el rendimiento de la red. Para ello, transfiere datos en pequeñas porciones mediante el aprovechamiento de ancho de banda no utilizado en el momento en el que queda disponible y vuelve a unir los datos en el destino. *BITS* es compatible con la familia de sistemas operativos *Microsoft® Windows Server 2003* y con servidores *Microsoft® Windows 2000*.

*BITS* descarga y carga nombres de archivos, como localizadores de recursos universales (URL) y datos. Las transferencias que se interrumpen debido a desconexiones de la red o a cierres y reinicios de los equipos se reanudan cuando se restablece la conexión a la red.

La mayor utilización de este protocolo en la red de Petrocomercial, está en la descarga de actualizaciones para los productos Microsoft mediante el WSUS (*Windows Server Update Services, Servidor Windows de Servicio de Actualizaciones*), y descargas directas sin pasar por este servidor.

#### **2.6.11.1 Tráfico y asignación de ancho de banda**

El tráfico *BITS* presenta las siguientes características:

Tiempo de respuesta promedio:

| Total   | Network | Server |
|---------|---------|--------|
| 9662 ms | 9341 ms | 321ms  |

Tabla 2.37. Tiempo de respuesta BITS

Tamaño de transacción promedio = 80kbytes

Velocidad de transmisión utilizada:

| Tipo     | Medio | Picos  |
|----------|-------|--------|
| Inbound  | 2kbps | 30kbps |
| Outbound | 2kbps | 35kbps |

Tabla 2.38. Velocidad de transmisión CIFS

### **2.6.12 CIFS (COMMON INTERNET FILE SYSTEM, SISTEMA COMÚN DE ARCHIVOS DE INTERNET)**

CIFS es un protocolo para compartir archivos en Internet e intranets corporativas. Basado en estándares de protocolo construidos dentro de los sistemas operativos Windows. CIFS define un protocolo de acceso común para compartir archivos y datos de todos tipos, incluyendo Windows y UNIX, con seguridad a través de Internet e intranets corporativas. Microsoft sometió un esquema de la especificación de CIFS a IETF en Junio de 1996 y está trabajando con la industria para publicar CIFS como un documento de información RFC (solicitud de comentarios).

#### **2.6.12.1 Tráfico y asignación de ancho de banda**

El tráfico CIFS presenta las siguientes características:

Tiempo de respuesta promedio:

| Total   | Network | Server |
|---------|---------|--------|
| 4087 ms | 3912 ms | 175ms  |

Tabla 2.39. Tiempo de respuesta CIFS

Tamaño de transacción promedio = 9kbytes

Velocidad de transmisión utilizada:

| Tipo     | Medio  | Picos   |
|----------|--------|---------|
| Inbound  | 25kbps | 100kbps |
| Outbound | 46kbps | 190Kbps |

Tabla 2.40. Velocidad de transmisión CIFS

### **2.6.13 RTP (*REAL-TIME TRANSPORT PROTOCOL, PROTOCOLO DE TRANSPORTE DE TIEMPO REAL*)**

RTP es un protocolo de nivel de aplicación utilizado para la transmisión de información en tiempo real, como por ejemplo audio y video en una videoconferencia, siendo la base de VoIP (*Voice over IP, voz sobre IP*).

El tráfico RTP que cursa por la red WAN, es el que corresponde a los teléfonos IP remotos (Oyambaro y Osayacu) asociados a la central telefónica de matriz Quito.

#### **2.6.13.1 Tráfico y asignación de ancho de banda**

Tiempo de respuesta promedio:

|        |         |        |
|--------|---------|--------|
| Total  | Network | Server |
| 500 ms | 129 ms  | 371ms  |

Tabla 2.41. Tiempo de respuesta RTP

Tamaño de transacción promedio = 6kbytes

Velocidad de transmisión utilizada:

|          |        |         |
|----------|--------|---------|
| Tipo     | Medio  | Picos   |
| Inbound  | 25kbps | 25 kbps |
| Outbound | 25kbps | 25 kbps |

Tabla 2.42. Velocidad de transmisión RTP

#### 2.6.14 TRÁFICO DE VoFR

Actualmente Petrocomercial mantiene comunicaciones con los sitios remotos utilizando VoFR bajo el estándar de compresión de voz G.729a a 8kbps y con el esquema de supresión de silencios, lo que produce un consumo promedio de 6kbps por canal de voz.

Petrocomercial tiene dos canales de voz para cada punto remoto, exceptuando los lugares con más número de usuarios, donde se tienen 4 canales de voz, esos puntos son: Regional Guayaquil, Libertad, Esmeraldas, Santo Domingo, Shushfindi y Beaterio.

Así la velocidad de transmisión que ocupa la VoFR, queda determinada como se muestra en la tabla 2.43.

| Tipo de lugar remoto | Número de canales | Velocidad por canal | Velocidad requerida por lugar remoto |
|----------------------|-------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Pequeño              | 2                 | 6 kbps              | 12 kbps                              |
| Grande               | 4                 | 6 kbps              | 24 kbps                              |

Tabla 2.43. Velocidades para VoFR

Es necesario aclarar que los lugares con mayor número de usuarios mencionados anteriormente, además de tener los canales VoFR para la comunicación interna, también cuentan con líneas telefónicas de Andinatel y Pacifictel según corresponda; y, de las empresas celulares Porta y Movistar para la comunicación hacia fuera de la empresa.

El tráfico promedio en el enlace Pichincha – Rocío causado por la voz es de 130 Kbps, de acuerdo a las estadísticas del encaminador central ubicado en el Rocío.

## **2.7. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS APLICACIONES CRÍTICAS, SU TRÁFICO Y LA ASIGNACIÓN DEL ANCHO DE BANDA ACTUAL POR LUGAR REMOTO**

Las aplicaciones críticas, son las involucradas directamente con las operaciones del negocio que realiza la empresa como venta y transporte de combustibles, manejo del sistema legal, manejo de materiales en bodegas y manejo de recursos informáticos. Entre estas aplicaciones se tiene las que corren sobre Lotus Notes (Sistema HelpDesk, Sistema de Control de Inventarios de Hardware y Software, Sistema de Gestión de Viáticos) y en los servidores AS-400 (Sistema de Control de Ventas, Sistema de Control de Despachos, Sistema de Movimiento de Productos, Sistema de Control de Materiales, Sistema de Liquidación de Contratos, Sistema de Recursos Humanos, Sistema de Contabilidad).

Para éstas se ha realizado un análisis más específico, en el que se consideran los tráficos por lugares remotos, de tal manera que se pueda tener mayor segmentado el tráfico para conocer de qué puntos de la red proviene, cuáles son

los que experimentan mayores retardos, congestión más frecuente, con el fin de tener clara la distribución del ancho de banda del canal entre todas las aplicaciones. Además para tener mayor claridad sobre los congestionamientos que se producen por la limitada disponibilidad del canal de transmisión entre clientes y servidores de las aplicaciones críticas, se introducirá el análisis del tiempo de conexión RTT (*Round Trip Time*) que consiste en el tiempo que se tarda en crear la conexión TCP necesaria para la transmisión de datos. Si el RTT es mucho más pequeño que el retardo promedio de la red, las transacciones son grandes. Si los dos promedios están cercanos, una red saturada causó el retraso de los datos en la red.

Los lugares remotos considerados para el análisis son:

Regional Guayaquil: por la gran cantidad de usuarios que posee además de que por ser la matriz de la Sucursal Sur, la mayor cantidad de transacciones provienen de este lugar.

Beaterio: Además de poseer un número de usuarios grande comparado con los de otros lugares remotos, es un sitio de almacenamiento y distribución de combustibles y por tanto un lugar donde el uso de las aplicaciones referentes a comercialización y movimiento de productos es alta, además de la aplicación de gestión de viáticos debido a la naturaleza del trabajo del personal de esta dependencia.

Shushufindi sucursal: Se considera a este lugar remoto por ser el punto más alejado de la red, y tiene las mismas funciones que los otros puntos remotos así como similar número de usuarios, por lo tanto su comportamiento es similar al del resto de lugares remotos.

En el Anexo 5 (Tráfico de Aplicaciones) se pueden ver las gráficas para un período de un mes de los tráficos y tiempos de respuesta de estas aplicaciones críticas.

## 2.7.1 APLICACIONES EN LOTUS NOTES

### 2.7.1.1 Sistema de *HelpDesk*

El sistema *Helpdesk* es una herramienta de colaboración, desarrollada con Lotus Notes, que permite gestionar y administrar las actividades de soporte técnico, que deben ser realizadas para solucionar los diversos problemas y requerimientos técnicos que tienen los usuarios dentro de la empresa.

A través del *Helpdesk*, el área de soporte técnico cuenta con un sistema que permite registrar una llamada de soporte, identificar al solicitante, registrar el problema, asignar al técnico indicado, determinar un plazo y realizar un seguimiento del problema hasta la determinación de su solución final.

#### 2.7.1.1.1 *Características del sistema*

- Base de Datos de Llamadas (*Helpdesk* Petrocomercial)

Formulario: Reporte de Llamada.

Secciones:

Información del empleado

Información del problema

Información del equipo

Información sobre la llamada

Información de asignación del problema

- Base de Datos de parámetros (*Helpdesk* Parámetros Petrocomercial)

Formulario: Área del problema

Secciones:

Información del problema.

Formulario: Grupo de Asignación

Secciones:

Información del grupo

Información del problema

- Base de Datos de conocimiento (Knowledgebase Petrocomercial)  
Formulario: Base de Conocimiento  
Secciones:  
Información del problema
- Base de Datos de agenda (Agenda de Soportes Petrocomercial)  
Formulario: Reunión  
Secciones:  
Información de la llamada  
Tiempo de respuesta al problema  
Información de asignación

#### 2.7.1.1.2 *Funcionamiento del Sistema HelpDesk*

El uso del sistema Helpdesk se aplica de la siguiente manera:

1. Un usuario reporta un caso vía teléfono.
2. Una persona responsable del Helpdesk registra el caso
3. Registra el nombre de quien solicita el soporte
4. El sistema automáticamente presenta el resto de información del solicitante: Código de rol, cédula, dependencia, centros de costo, ubicación física, etc.
5. Registra el problema que tiene: clase, subclase, subsubclase y problema.
6. Consulta en la base de conocimiento si existe una solución para este caso.
7. Asigna al grupo de soporte correspondiente al caso registrado.
8. Registra el detalle del problema.
9. Guarda y notifica automáticamente el caso a través del correo electrónico,
10. El registro del caso se envía a la persona solicitante, al responsable del área asignado y al supervisor o jefe inmediato del área técnica.
11. El responsable resuelve el problema y registra la solución en la sección de "Solución".
12. Registra las horas utilizadas para que el sistema almacene el tiempo de soporte.



El sistema de Helpdesk presenta reportes estáticos a través de "Vistas" para que el jefe de soporte técnico, los técnicos y los solicitantes de servicios puedan visualizar la información por diferentes categorías: por llamadas abiertas y cerradas, por histórico de llamadas y por informes por período de tiempo.

La información referente al empleado y equipos asignados, es alimentada en el sistema Helpdesk desde la base de datos corporativa (DB2).

El sistema Helpdesk mantiene todas las seguridades del caso a través de restricciones hacia el servidor, controles de acceso hacia la base de datos documental (Helpdesk) y por grupos de asignación.

#### **2.7.1.2 Sistema control de inventarios de hardware y software**

- Base de Datos Control de Inventarios HW y SW Petrocomercial

Formulario: software

Secciones:

Información general

Cantidad de licencias

Procedencia

Log

Formulario: equipos

Secciones:

Datos generales

Configuración

Localización y responsable

Relación con terceros

Baja de equipos

Formulario: componentes

Secciones:

Datos generales

Relación con terceros

Baja de componentes

Formulario: RelaciónTerceros

Secciones:

Relación con terceros

Fechas

- Base de datos de Funcionarios Petrocomercial (extrae información de DB2)

Formulario: STAFF

Secciones:

Datos generales

Formulario: AFIJOS

Secciones:

Datos generales

### 2.7.1.3 Sistema de gestión de viáticos

El sistema Gestión de viáticos es una herramienta de colaboración, desarrollada con Lotus Notes, que permite gestionar los reembolsos de gastos efectuados por personal de la empresa, incurridos mientras se realizaba trabajos para la misma o estaba en representación de ella.

A través de este sistema, cada departamento y área de la empresa cuenta con un sistema que permite registrar los viáticos solicitados por sus empleados, los reembolsos realizados, identificar al solicitante, registrar observaciones y obtener informes detallados.

#### 2.7.1.3.1 Funcionamiento del sistema gestión de viáticos

Un empleado de la empresa puede ingresar un pedido de viático por un gasto realizado o pedir un anticipo de viáticos por una actividad a realizarse.

Cada pedido de viáticos debe incluir las facturas de los gastos realizados, junto con una observación del motivo del gasto.

El pedido es procesado por el jefe inmediato, quién autoriza el pago y según la disponibilidad de fondos.

Una vez efectuado el pago parcial o total de los rubros solicitados según corresponda, se da por terminada la solicitud.

Así cada área puede tener información consolidada y reportes en forma de vistas de: tipos de gastos frecuentes, rubros más altos y personas que solicitan viáticos.

#### 2.7.1.4 Análisis de tráfico y ancho de banda

Todo el tráfico de las aplicaciones que Lotus Notes genera es del tipo orientado a la conexión (tráfico TCP) y por tanto susceptible del análisis RTT, a continuación se encuentran las tablas correspondientes a retardos junto con el valor RTT, velocidades de transmisión y tamaño promedio de la transacción.

##### 2.7.1.4.1 Peticiones cliente-servidor

Éstas son transacciones iniciadas por el cliente de un lugar remoto hacia el servidor ubicado en el edificio “El Rocío” en Quito, y obedecen a tráfico de consultas, o escritura de información en las bases de datos.

| Lugar Remoto         | Total      | Network   | Server | RTT    |
|----------------------|------------|-----------|--------|--------|
| Regional Guayaquil   | 4334 ms    | 3900 ms   | 434 ms | 162 ms |
| Beaterio             | 16500 ms   | 15890 ms  | 610 ms | 126 ms |
| Shushufindi Sucursal | 15600 ms   | 15000 ms  | 600 ms | 130 ms |
| Resto                | 4080 ms    | 3880ms    | 200ms  | 127 ms |
| Total                | 10128,5 ms | 9667,5 ms | 461 ms | 136 ms |

Tabla 2.44. Tiempo Peticiones Cliente - Servidor Lotus Notes

#### 2.7.1.4.2 Actualizaciones del servidor al cliente

Éstas son las transacciones no iniciadas por el cliente, sino que obedecen a la configuración de refrescos automáticos que el servidor envía a los clientes cuando se han realizado cambios en las bases de datos con los que la aplicación se interconecta.

| Lugar Remoto         | Total    | Network  | Server   | RTT    |
|----------------------|----------|----------|----------|--------|
| Regional Guayaquil   | 2600 ms  | 2200 ms  | 400 ms   | 218 ms |
| Beaterio             | 709 ms   | 616 ms   | 93 ms    | 178 ms |
| Shushufindi Sucursal | 783 ms   | 668 ms   | 115 ms   | 182 ms |
| Resto                | 500 ms   | 450 ms   | 50 ms    | 198 ms |
| Total                | 983,5 ms | 983,5 ms | 164,5 ms | 189 ms |

Tabla 2.45. Tiempo Actualizaciones Servidor – Cliente Lotus Notes

#### 2.7.1.4.3 Velocidades de transmisión utilizadas

| Lugar Remoto         | Media    |          | Picos    |          |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|
|                      | Inbound  | Outbound | Inbound  | Outbound |
| Regional Guayaquil   | 115 kbps | 160 kbps | 1,8 Mbps | 2,4 Mbps |
| Beaterio             | 70 kbps  | 150 kbps | 1,3Mbps  | 1,3 Mbps |
| Shushufindi Sucursal | 41 kbps  | 130 kbps | 968kbps  | 1,1 Mbps |
| Resto                | 94 kbps  | 112 kbps | 1,7 Mbps | 2 Mbps   |
| Total                | 320 kbps | 552 kbps | 1,8 Mbps | 2,4 Mbps |

Tabla 2.46. Velocidades de Transmisión Utilizadas Lotus Notes

#### 2.7.1.4.4 Tamaño de la transacción promedio

| Lugar remoto         | Transacción iniciada por cliente | Transacción iniciada por servidor |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Regional Guayaquil   | 18 kBytes                        | 15 kBytes                         |
| Beaterio             | 120 kBytes                       | 6 kBytes                          |
| Shushufindi Sucursal | 100 kBytes                       | 6 kBytes                          |

|       |              |            |
|-------|--------------|------------|
| Resto | 23 kBytes    | 3 kBytes   |
| Total | 65,25 kBytes | 7,5 kBytes |

Tabla 2.47. Tamaño de Transacción Promedio Lotus Notes

## 2.7.2 APLICACIONES SERVIDORES AS-400

### 2.7.2.1 Sistema de Control de Ventas (SCV)

Objetivos:

Disponer de información actualizada veraz y oportuna respecto de los movimientos comerciales de la corporación, en lo concerniente a la venta interna de los derivados del petróleo.

Funciones:

- Manejar información relacionada a la comercialización de los productos derivados del petróleo
- Registrar la información referente a los clientes, sus datos personales y los del local, empresa o industria a la que representa.
- Preparar información de facturas, reliquidación de las mismas, recaudación monetaria, cuentas bancarias, así como los cupos de productos concedidos por la Corporación.

### 2.7.2.2 Sistema de Control de Despachos (SCD)

Objetivos:

Controlar la consistencia entre los volúmenes despachados y los facturados. Cuidar que el despacho de los productos se lo haga contra una factura relacionada con el depósito y el sitio de facturación.

Funciones:

- Permitir la consulta dinámica sobre información concerniente a volúmenes entregados al cliente de acuerdo a la facturación realizada, haciendo uso de una “cuenta corriente del producto” para cada cliente.

### **2.7.2.3 Sistema de Movimiento de Productos (MOPRO)**

Objetivos:

Sistema orientado a proveer información confiable, oportuna y completa a los usuarios de los diferentes niveles del área de Movimiento de Productos, sobre las distintas operaciones de recepción – despacho de crudo, derivados y gas realizadas en los terminales de almacenamiento, con los diferentes medios de transporte utilizados para el efecto, como son: poliductos, autotanques y buquetanques, permitiendo a su vez la consolidación de la información para que de esta forma se puedan tomar decisiones óptimas.

Agilizar el tratamiento de la gran cantidad de datos provenientes de los diferentes terminales de almacenamiento.

Funciones:

Se tiene información relacionada con:

- Productos, terminales, tanques, medios de transporte, etc.
- Medios de transporte por los cuales recibe o despacha cada terminal.
- Volúmenes de productos disponibles en tanques.
- Porcentaje de tanquería disponible en terminales.

### **2.7.2.4 Sistema de Control de Materiales**

Objetivos:

Lograr un tratamiento unificado de las operaciones de las Bodegas, con el objeto de mejorar el control de la misma.

Funciones:

- Manejar el tratamiento de la bodega, a través de los procesos de ingreso, traspasos y egresos de materiales.
- Obtener reportes sobre las transacciones efectuadas en el manejo de materiales
- Facilitar reportes y consultas a niveles ejecutivos sobre la gestión realizada en la Bodega.

### **2.7.2.5 Sistema de Liquidación de Contratos (SLC)**

Objetivos:

Permitir efectuar un control económico de las contrataciones que realice la Corporación con otras compañías cuyo sistema de liquidación se efectúe por hora elaborada.

Funciones:

- Registrar todas las actividades realizadas en un proyecto contratado con una compañía, considerando todos los recursos humanos, de equipo y materiales.
- Registrar las condiciones y costos establecidos para cada contrato
- Llevar a cabo procesos de consolidación de los datos y emisión de los respectivos reportes.

### **2.7.2.6 Sistema de Recursos Humanos**

Objetivos:

Presentar información detallada y actualizada de los funcionarios de la empresa.

Funciones:

- Permitir consultas como:  
Fecha de ingreso a la empresa, escala, estudios, cursos realizados, años en la empresa e información general (Datos completos, dirección, número de rol) de los funcionarios de planta de Petrocomercial.
- Controlar que los empleados cumplan con sus horas laborables en la empresa.

### **2.7.2.7 Sistema de Contabilidad**

Objetivos:

Permitir proporcionar información confiable oportuna y de decisión a los niveles operativos y ejecutivos del área financiera contable de la empresa, de los movimientos contables diarios.

Funciones:

- Facilitar el tratamiento de las entradas contables, que constituyen el proceso fundamental, alrededor del cual opera el sistema de contabilidad
- Recuperar la información registrada a través de reportes o consultas
- Realizar el proceso de cierre anual que permita actualizar los archivos para el año nuevo.

### 2.7.2.8 Análisis de tráfico y ancho de banda

Todas las aplicaciones anteriores están instaladas en los servidores AS-400, y son accedidas mediante el protocolo Tn5250, que no es más que un telnet propietario de IBM para acceso a las aplicaciones de sus servidores AS, este protocolo tiene entre una de sus ventajas permitir la diferenciación básica del tipo de tráfico que se está generando, es decir, si es tráfico de consultas o tráfico de impresión, ya que mucho del tráfico que sale de los servidores son tráficos que se generan para el envío a impresión de consultas y reportes.

Como el telnet es un tráfico orientado a la conexión es susceptible del análisis RTT, a continuación se encuentran las tablas correspondientes a retardos junto con el valor RTT, velocidades de transmisión y tamaño promedio de la transacción.

#### 2.7.2.8.1 Peticiones cliente-servidor

Éstas son transacciones iniciadas por cliente de un lugar remoto hacia el servidor ubicado en el edificio “El Rocío” en Quito, y obedecen a tráfico de consultas, o escritura de información en las bases de datos.

| Lugar Remoto         | Total     | Network   | Server | RTT    |
|----------------------|-----------|-----------|--------|--------|
| Regional Guayaquil   | 2360 ms   | 1970 ms   | 390 ms | 170 ms |
| Beaterio             | 4305 ms   | 4007 ms   | 298 ms | 154 ms |
| Shushufindi Sucursal | 2600 ms   | 2270 ms   | 330 ms | 172 ms |
| Resto                | 2650 ms   | 2300 ms   | 350 ms | 160 ms |
| Total                | 2978,8 ms | 2636,8 ms | 342 ms | 162 ms |

Tabla 2.48. Tiempo Peticiones Cliente - Servidor AS-400



### 2.7.2.8.2 Actualizaciones del servidor al cliente

Éstas son las transacciones no iniciadas por el cliente, sino que obedecen a la configuración de refrescos automáticos que el servidor envía a los clientes cuando se han realizado cambios en las bases de datos con los que la aplicación se interconecta.

| Lugar Remoto         | Total     | Network   | Server | RTT    |
|----------------------|-----------|-----------|--------|--------|
| Regional Guayaquil   | 2220 ms   | 1990 ms   | 230 ms | 163 ms |
| Beaterio             | 2150 ms   | 2000 ms   | 150 ms | 154 ms |
| Shushufindi Sucursal | 1800 ms   | 1600 ms   | 200 ms | 163 ms |
| Resto                | 1780 ms   | 1620 ms   | 160 ms | 158 ms |
| Total                | 1987,5 ms | 1802,5 ms | 185 ms | 160 ms |

Tabla 2.49. Tiempo Actualizaciones Servidor - Cliente AS-400

### 2.7.2.8.3 Velocidades de transmisión utilizadas

| Lugares Remotos      | Media   |          | Picos    |          |
|----------------------|---------|----------|----------|----------|
|                      | Inbound | Outbound | Inbound  | Outbound |
| Regional Guayaquil   | 40 kbps | 56 kbps  | 156 kbps | 420 kbps |
| Beaterio             | 8 kbps  | 30 kbps  | 100 kbps | 180 kbps |
| Shushufindi Sucursal | 4 kbps  | 7 kbps   | 12 kbps  | 72 kbps  |
| Resto                | 11 kbps | 21 kbps  | 40 kbps  | 466 kbps |
| Total                | 63 kbps | 114 kbps | 156 kbps | 466 kbps |

Tabla 2.50. Velocidades de Transmisión Utilizadas AS-400

### 2.7.2.8.4 Tamaño de la transacción promedio

| Lugar remoto         | Transacción iniciada por cliente | Transacción iniciada por servidor |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Regional Guayaquil   | 14 KBytes                        | 13 KBytes                         |
| Beaterio             | 25 KBytes                        | 10 KBytes                         |
| Shushufindi Sucursal | 12 KBytes                        | 7 KBytes                          |

|       |             |          |
|-------|-------------|----------|
| Resto | 12 KBytes   | 6 KBytes |
| Total | 15,8 KBytes | 9 KBytes |

Tabla 2.51. Tamaño de Transacción Promedio AS-400

2.7.2.8.5 *Tráfico generado para impresiones*

Este tráfico sólo tiene peticiones cliente-servidor

| Lugar Remoto         | Total    | Network | Server  | RTT    |
|----------------------|----------|---------|---------|--------|
| Regional Guayaquil   | 12440 ms | 6420 ms | 6020 ms | 189 ms |
| Beaterio             | 11260 ms | 5700 ms | 5560 ms | 172 ms |
| Shushufindi Sucursal | 8420 ms  | 4620 ms | 3800 ms | 188 ms |
| Resto                | 8700 ms  | 4160 ms | 4540 ms | 179 ms |
| Total                | 10205 ms | 5225 ms | 4980 ms | 181 ms |

Tabla 2.52. Tráfico de Impresiones AS-400

a) *Velocidades de transmisión utilizadas*

| Lugares Remotos      | Media     |          | Picos   |          |
|----------------------|-----------|----------|---------|----------|
|                      | Inbound   | Outbound | Inbound | Outbound |
| Regional Guayaquil   | 5 kbps    | 20 kbps  | 27 kbps | 423kbps  |
| Beaterio             | 3 kbps    | 12 kbps  | 8 kbps  | 120 kbps |
| Shushufindi Sucursal | 1,5 kbps  | 4 kbps   | 6 kbps  | 40 kbps  |
| Resto                | 4 kbps    | 15 kbps  | 13 kbps | 214 kbps |
| Total                | 13,5 kbps | 51Kbps   | 27 kbps | 423 kbps |

Tabla 2.53. Velocidades de Transmisión de Impresiones AS-400

b) *Tamaño de la transacción promedio*

| Lugar remoto       | Transacción iniciada por cliente |
|--------------------|----------------------------------|
| Regional Guayaquil | 12 KBytes                        |
| Beaterio           | 9 KBytes                         |

|                      |          |
|----------------------|----------|
| Shushufindi Sucursal | 6 KBytes |
| Resto                | 5 KBytes |
| Total                | 8 KBytes |

Tabla 2.54. Tamaño de Transacción Promedio de Impresiones AS-400

## 2.8. ANÁLISIS DE SIMULTANEIDAD EN LA RED

El análisis de simultaneidad, permite conocer el nivel de utilización de un servicio para estimar de forma más exacta la velocidad requerida, para una utilización satisfactoria del servicio.

Para calcular el factor de simultaneidad de acceso a las aplicaciones por parte de los usuarios, se ha tomado un período de observación de un mes, correspondiente al período de noviembre de 2006, ya que este mes representa un periodo de trabajo regular sobre todos los servicios y aplicativos de la empresa.

Para calcular los factores de simultaneidad se utiliza la siguiente fórmula:

$$factor = \frac{Velocidad\ Total\ Canal}{Velocidad\ transacción}$$

Donde:

*Velocidad Total canal* : Es la velocidad media que se ocupa del canal, para esa aplicación.

*Velocidad transacción*: Indica la velocidad que utiliza una transacción promedio de la aplicación.

*factor simult*: Indica el número de transacciones que están transitando por la red simultáneamente, sin importar qué usuario las origine. Este factor será considerado a la hora de calcular las velocidades de transmisión requeridas en el canal para las aplicaciones que funcionan actualmente en la empresa.

En las tablas 2.55 se encuentra realizado el cálculo de los factores de simultaneidad para todas aplicaciones.

Las aplicaciones cuyo índice de simultaneidad es menor a 1 son aquellas que no muestran continuidad o son muy esporádicas, por lo que cuando se presentan ocupan una velocidad mayor a la que se obtiene al calcular una velocidad media en el tiempo, dado que en este cálculo se incluye muchos períodos de inactividad de las aplicaciones en las que no ocupan ancho de banda.

## **2.9. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO ACTUAL DE LA RED.**

En esta sección se valorará a la red WAN de Petrocomercial en base al comportamiento descrito en las secciones anteriores de todos sus componentes, como es el rendimiento de los equipos, utilización de los enlaces, tipo de tráfico que mayormente circula por los mismos, entre otros.

### **2.9.1 EQUIPOS DE INTERCONECTIVIDAD**

Para la evaluación de los equipos de interconectividad se va a tomar en cuenta los factores de utilización del procesador y la capacidad de las memorias.

#### **2.9.1.1 Utilización de procesador**

Los encaminadores que forman la red WAN, se los puede dividir en dos grupos básicos: los de periferia de la red y los del centro, es decir a los que llegan la mayor cantidad de enlaces.

Los encaminadores de la periferia si bien presentan picos de utilización que bordean el 60% utilización, éstos no son sucesos comunes y su rendimiento habitual se encuentra entre el 25% y 45%, lo que indica que estos equipos no sufren problemas de sobrecarga de procesamiento, razón por la cual la probabilidad de que actúen como cuellos de botella o puntos de falla por velocidad de procesamiento o por el continuo esfuerzo de los mismos es baja.

| Aplicación       | Velocidad Inbound (Kbps) | Velocidad Outbound (Kbps) | Tamaño transacción (kbytes) | Retardo total (ms) | Retardo red (ms) | Retardo servidor (ms) | Transac bits | Velocidad por transacción (Kbps) | Factor de simultaneidad |
|------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|--------------|----------------------------------|-------------------------|
| SMTP             | 40                       | 12                        | 25                          | 3900               | 3810             | 90                    | 204800       | 53,75                            | 0,97                    |
| HTTP             | 200                      | 1100                      | 11                          | 8730               | 3130             | 5600                  | 90112        | 28,79                            | 45,15                   |
| VNC              | 15                       | 24                        | 120                         | 6330               | 5800             | 530                   | 983040       | 169,49                           | 0,23                    |
| DNS              | 3                        | 16                        | 3,2                         | 1269               | 1267             | 2                     | 26214,4      | 20,69                            | 0,92                    |
| NETBIOS IP       | 12                       | 45                        | 1                           | 164                | 160              | 4                     | 8192         | 51,20                            | 1,11                    |
| SNMP             | 10                       | 3                         | 8                           | 1320               | 1086             | 234                   | 65536        | 60,35                            | 0,22                    |
| ACTIVE DIRECTORY | 2                        | 4                         | 20                          | 2828               | 2327             | 501                   | 163840       | 70,41                            | 0,09                    |
| LDAP             | 4                        | 2,5                       | 5                           | 1052               | 997              | 55                    | 40960        | 41,08                            | 0,16                    |
| KERBEROS         | 2                        | 1                         | 15                          | 2868               | 2432             | 436                   | 122880       | 50,53                            | 0,06                    |
| DHCP             | 4                        | 12                        | 8                           | 1637               | 1325             | 312                   | 65536        | 49,46                            | 0,32                    |
| BITS             | 2                        | 2                         | 80                          | 9662               | 9341             | 321                   | 655360       | 70,16                            | 0,06                    |
| CIFS             | 25                       | 46                        | 9                           | 4087               | 3912             | 175                   | 73728        | 18,85                            | 3,77                    |
| RTP              | 25                       | 25                        | 6                           | 500                | 129              | 371                   | 49152        | 381,02                           | 0,13                    |
| VoFR             | 130                      | 130                       | 0,125                       | 180                | 170              | 10                    | 1020         | 6,00                             | 43,33                   |

| LOTUS CLIENTE-SERVIDOR |     |     |       |         |        |     |        |       |       |
|------------------------|-----|-----|-------|---------|--------|-----|--------|-------|-------|
| Guayaquil              | 115 | 160 | 18    | 4334    | 3900   | 434 | 147456 | 37,81 | 7,27  |
| Beaterio               | 70  | 150 | 120   | 16500   | 15890  | 610 | 983040 | 61,87 | 3,56  |
| Shushufinfi            | 41  | 130 | 100   | 15600   | 15000  | 600 | 819200 | 54,61 | 3,13  |
| Resto                  | 94  | 112 | 23    | 4080    | 3880   | 200 | 188416 | 48,56 | 4,24  |
| Total                  | 320 | 552 | 65,25 | 10128,5 | 9667,5 | 461 | 534528 | 55,29 | 15,77 |

Tabla 2.55. Análisis de Simultaneidad (a)

|                         |      |     |       |         |         |      |        |       |      |  |  |  |
|-------------------------|------|-----|-------|---------|---------|------|--------|-------|------|--|--|--|
| AS-400 CLIENTE-SERVIDOR |      |     |       |         |         |      |        |       |      |  |  |  |
| Guayaquil               | 40   | 56  | 14    | 2360    | 1970    | 390  | 114688 | 58,22 | 1,65 |  |  |  |
| Beaterio                | 8    | 30  | 25    | 4305    | 4007    | 298  | 204800 | 51,11 | 0,74 |  |  |  |
| Shushufinfi             | 4    | 7   | 12    | 2600    | 2270    | 330  | 98304  | 43,31 | 0,25 |  |  |  |
| Resto                   | 11   | 21  | 12    | 2650    | 2300    | 350  | 98304  | 42,74 | 0,75 |  |  |  |
| Total                   | 63   | 114 | 15,75 | 2978,75 | 2636,75 | 342  | 129024 | 48,93 | 3,62 |  |  |  |
| AS-400 IMPRESORAS       |      |     |       |         |         |      |        |       |      |  |  |  |
| Guayaquil               | 5    | 20  | 12    | 12440   | 6420    | 6020 | 98304  | 15,31 | 1,63 |  |  |  |
| Beaterio                | 3    | 12  | 9     | 11260   | 5700    | 5560 | 73728  | 12,93 | 1,16 |  |  |  |
| Shushufinfi             | 1,5  | 4   | 6     | 8420    | 4620    | 3800 | 49152  | 10,64 | 0,52 |  |  |  |
| Resto                   | 4    | 15  | 5     | 8700    | 4160    | 4540 | 40960  | 9,85  | 1,93 |  |  |  |
| Total                   | 13,5 | 51  | 8     | 10205   | 5225    | 4980 | 65536  | 12,54 | 5,14 |  |  |  |

Tabla 2.55. Análisis de Simultaneidad (b)

Los encaminadores del centro, al contrario presentan una utilización habitual del procesador que bordea el 80% con picos alcanzan el 100% de la capacidad del equipo, lo que sin duda provoca que cuando se lleguen a estos picos, su procesamiento sea lento y esto se extienda a toda la red, ya que como se dijo son los puntos que concentran los enlaces de la periferia.

### **2.9.1.2 Capacidad de memoria**

Para evaluar la utilización de memoria es necesario mencionar que los encaminadores con los que se forman la red, cuenta con un programa de creación y carga de sistema operativo, que en base a la memoria RAM y FLASH instalada, permite cargar al equipo características de funcionamiento, separando para ellas el espacio de memoria mínimo necesario para un funcionamiento medio de esa facilidad.

Tomando en cuenta este antecedente y revisando la configuración cargada del sistema operativo de los equipos, éstos están configurados sin dejar ninguna reserva en sus memorias para otras posibles funcionalidades ni con una holgura suficiente para un mejor funcionamiento de las características ya instaladas, aspecto que influye de manera directa en el rendimiento general del equipo; lo que en el caso de los encaminadores del centro de la red, degrada aún más su rendimiento.

### **2.9.2 ENLACES**

Como se ha explicado en las secciones referentes a descripción de topología de la red y en base a los datos que se obtuvo del monitoreo de los enlaces se concluye que el enlace E1 “Edificio El Rocío-Pichincha”, en su uso diario considerando únicamente el tráfico medio que por él transita, tiene una utilización alrededor del 90%, pero en horas de mayor consumo llega a su máximo nivel de utilización, lo que provoca, no solamente retardos y pérdidas de paquetes, sino además una alta utilización del procesador en los encaminadores involucrados (ver Anexo 3.1, Equipos con problemas de carga en CPU), lo que frecuentemente desemboca en cortes del servicio dado que estos encaminadores se inhiben.

En lo que respecta a los otros enlaces, éstos muestran un nivel de uso medio que no supera los 280 kbps, con excepción de los enlaces de “Cerro Azul - Pichincha” con una velocidad media de 730 kbps, es decir no supera el 36% de la velocidad del canal, pero con picos que pueden bordear los 2 Mbps; y, el enlace “Esmeraldas - Pichincha” con una velocidad promedio de 430 kbps lo que representa el 21% de la capacidad del canal; lo que indica que estos enlaces no presentan problemas de saturación.

### **2.9.3 APLICACIONES**

Ya se ha explicado que los equipos de interconectividad presentan problemas de inhibición cuando se satura el enlace “Edificio El Rocío-Pichincha”, y el nivel de utilización medio de éste es muy alto, es necesario por tanto evaluar cómo se distribuye el tráfico que cursa por el mismo.

Durante el período de monitoreo de tráfico, enlaces y equipos, se observó que en los instantes que los enlaces se saturaban y comenzaban a tener tiempos de respuesta lentos, junto con pérdida de conexión, esto no se debía a masivos requerimientos de las aplicaciones consideradas críticas para el negocio de Petrocomercial sino por tráfico http, que en algunos casos llegaba a los 1,5 Mbps disponibles para toda la red, siendo los mayores requerimientos de este tráfico por parte de Sucursal Guayaquil, esta situación se empeoraba más aún, cuando coincidían con refrescos que se debían efectuar desde el servidor de aplicaciones Lotus Notes hacia sus clientes en los distintos puntos. Bajo estas condiciones, se hace imprescindible, la implementación de esquemas que prioricen los tráficos de aplicaciones críticas para el negocio y que limiten tráfico de las que no lo son y hacen uso excesivo de los recursos de la red.

### **2.9.4 SERVIDORES.**

Para el análisis de servidores se consideró monitorear la carga del CPU, dado que monitorear la utilización del canal no proporcionará mayor información, ya que se trata de interfaces Gigabit Ethernet.



En el Anexo 6 (Carga de servidores) se incluye gráficas del mes de monitoreo de la carga de servidores más importantes, entre los que están el servidor principal de Lotus Notes, un servidor AS-400 y el servidor de servicios de red Windows.

En los tres servidores, se puede concluir que su nivel de carga de procesamiento es normal alrededor del 30%, exceptuando pequeños picos de 80% que se pudo apreciar en el servidor de Lotus notes, cuya duración no fue mayor a 10 minutos y coincidente con los días de mayor tráfico.

En conclusión los equipos muestran un uso que no exige demasiado a procesadores, por lo que el retraso producido por el servidor en una transacción, no se es un factor que influye en el retraso general de la transacción.

## CAPÍTULO 3.

### ALTERNATIVAS PARA EL NUEVO DISEÑO DE LA RED

En éste capítulo se describen los dos diseños (Frame Relay y MPLS), para lo cual se empieza por estimaciones de crecimiento, para en base a esto calcular los requerimientos de las aplicaciones de la empresa.

En cada diseño se presenta la topología lógica y física de la red, un análisis de los equipos que se requieren con sus configuraciones, cálculo de enlaces, esquemas de QoS y un plan de migración.

#### 3.1. ESTUDIO DE LAS PROYECCIONES DE CRECIMIENTO.

El estudio de las proyecciones de crecimiento de Petrocomercial, que se incluye aquí, tiene por objeto obtener un índice de crecimiento del personal que labora en la empresa, para lo que en la tabla 3.1 se muestran el número de empleados que han ingresado a la empresa en las dependencias de mayor crecimiento; así también en la tabla 3.2 se presenta el total de empleados con los que cuenta la empresa a partir del año 2004. Esta información ha sido obtenida a través del sistema de recursos humanos de Petrocomercial.

| Estación     | Núm. empleados ingresados |      |      |          |
|--------------|---------------------------|------|------|----------|
|              | 2004                      | 2005 | 2006 | jun-2007 |
| Beaterio     | 8                         | 3    | 9    | 2        |
| Matriz Quito | 29                        | 12   | 25   | 4        |
| Regional Gye | 5                         | 9    | 8    | 3        |
| Shushufindi  | 2                         | 1    | 4    | 1        |
| Esmeraldas   | 3                         | 1    | 1    | 1        |
| Resto        | 2                         | 1    | 5    | 2        |
| <b>Total</b> | 49                        | 27   | 52   | 13       |

Tabla 3.1. Crecimiento por Estación Remota

| <b>Año</b> | <b>Número total de empleados</b> |
|------------|----------------------------------|
| 2004       | 2047                             |
| 2005       | 2074                             |
| 2006       | 2126                             |
| 2007       | 2139                             |

Tabla 3.2. Número de Empleados por Año

Considerando que al año 2003 el número total de empleados de Petrocomercial era de 1998 y los datos de las tablas anteriores, en la tabla 3.3 se muestran los índices de crecimiento de cada año con relación al anterior.

| <b>Año</b> | <b>Número de empleados ingresados / Año</b> | <b>Empleados Totales</b> | <b>Índice</b> |
|------------|---------------------------------------------|--------------------------|---------------|
| 2003       |                                             | 1998                     |               |
| 2004       | 49                                          | 2047                     | 2,45%         |
| 2005       | 27                                          | 2074                     | 1,32%         |
| 2006       | 52                                          | 2126                     | 2,51%         |
| jun-07     | 13                                          | 2139                     | 0,61%         |

Tabla 3.3. Crecimiento para cada Año

De acuerdo a los datos obtenidos se estima un crecimiento medio para cada año de 41,1 empleados, con lo cual se procede a calcular el índice de crecimiento anual de la empresa el mismo que se utilizará para determinar las proyecciones de crecimiento del personal:

$$c = \frac{(41,1)}{2126} * 100 = 1,93\%$$

Para el análisis de este proyecto se considerará un período de cinco años, ya que se trata de un proyecto tecnológico a mediano plazo y para este tipo de proyectos el tiempo de vida de los mismos está considerado entre cuatro y cinco años.

## **3.2. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS PARA LAS APLICACIONES.**

El análisis de requerimientos de las aplicaciones se lo realizará manteniendo el esquema de distinción de aplicaciones críticas e incluirá las nuevas aplicaciones a implementarse.

### **3.2.1 APLICACIONES NORMALES**

Como se lo abordó en el capítulo dos, las aplicaciones normales son todas aquellas que usan la red pero que no se relacionan ni interactúan de manera directa con el negocio de la empresa.

A continuación se van a calcular los requerimientos de este tipo de aplicaciones. Se presenta una estimación de velocidades actuales de las aplicaciones que corren en la red y también de aplicaciones futuras como videoconferencia.

#### **3.2.1.1 Aplicaciones Actuales**

Para las aplicaciones no críticas, se consideró simplemente el índice crecimiento (1,93%, ver sección 3.1) del personal que laboraba en la empresa, esto supone que el volumen de tráfico que cada usuario genera por estas aplicaciones seguirá constante o que su aumento no será significativo, ya que el nivel de satisfacción mostrado con estas aplicaciones es bastante bueno<sup>6</sup>.

#### **3.2.1.2 Aplicaciones Futuras**

##### *3.2.1.2.1 Videoconferencia.*

Como una aplicación futura inmediata, se considera el requerimiento de un sistema de videoconferencia multipunto entre las oficinas ubicadas en la Matriz en Quito como punto central, las superintendencias de los poliductos ubicadas en

---

<sup>6</sup> Sondeo de nivel de satisfacción con aplicaciones en las principales estaciones.

Osayacu, Sto. Domingo y Ambato y la Regional Guayaquil, con la finalidad de mejorar la comunicación entre estos sitios para el entrenamiento del personal en lo referente a la operación y mantenimiento de equipos, y también con el fin de facilitar reuniones de staff de las diferentes jefaturas y unidades de las dos regionales, que posibilitaría mantener reuniones con mayor periodicidad para mejorar el nivel de coordinación de las distintas actividades de la empresa.

El sistema de videoconferencia que Petrocomercial requiere es uno que: “satisfaga de mejor manera las necesidades de la empresa, con una excelente calidad de imagen y audio, con una mínima distorsión y con capacidad multipunto, optimizando los recursos de la red”<sup>7</sup>

Bajo estas premisas se considera que el sistema de videoconferencia deberá trabajar bajo el estándar H.323, por ser el más difundido en actividades de videoconferencias educativas, y estar altamente probado su funcionamiento en este tipo de aplicación, y dado que se quiere tener una alta definición en imagen, el estándar trabajará con las velocidades de 512 kbps y 768 kbps.

En la tablas 3.4, 3.5 y 3.6 se resumen las ventajas y problemas en una videoconferencia con las tasas de 512 kbps y 768 kbps, los datos fueron obtenidos en un estudio realizado para una red MMDS sobre un canal de tasa de 1,5Mbps, en un horario comercial, y en la que no se manejaban esquemas de QoS, por lo que sus resultados son perfectamente válidos y equiparables a los que se podrían obtener en una red como la de Petrocomercial.

| <b>Tasas analizadas (Kbps)</b> | <b>Tasas de marcos TX / RX</b> | <b>Jitter de Audio TX / RX (ms)</b> | <b>Jitter de Video TX / RX (ms)</b> |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 512                            | 13 / 11                        | 13 / 6                              | 11 / 12                             |
| 768                            | 22 / 21                        | 18 / 12                             | 16 / 18                             |

Tabla 3.4. Análisis de variaciones

<sup>7</sup> Objetivos del Área de Ingeniería y Procesamiento de Datos 2008

Con estos datos, y de acuerdo al análisis realizado, la calidad de la videoconferencia aumenta considerablemente con el incremento de las velocidades de transmisión, pero así mismo su calidad es rápidamente degradable con el aumento de tráfico en la red, por lo que establecer esquemas de calidad de servicio para estas velocidades en videoconferencia se hace imprescindible.

| <b>Tasas (Kbps)</b> | <b>Congelamiento</b>         | <b>Presencia de cuadritos</b> | <b>Calidad de imagen</b>                                                             |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 512                 | Es tolerable                 | Si con el aumento de tráfico  | La calidad de imagen estática y dinámica aumenta                                     |
| 768                 | Si con el aumento de tráfico | Si con el aumento de tráfico  | La calidad mejora considerablemente, pero se degrada mucho con el aumento de tráfico |

Tabla 3.5. Calidad de Imagen

| <b>Tasas (Kbps)</b> | <b>Ráfaga de silencio</b> | <b>Pérdida de sonido</b>               | <b>Calidad de audio</b>                                   |
|---------------------|---------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 512                 | Aparece cada 15 segundos  | Tolerable                              | Aumenta, música con calidad AM                            |
| 768                 | Aparece cada 10 segundos  | Si con el aumento de tráfico en la red | Mayor fidelidad, pero existe pérdida de paquetes de audio |

Tabla 3.6. Calidad de audio

Para el cálculo de las velocidades de los enlaces se considerará únicamente el trabajar con la velocidad de 512 Kbps, quedando como requerimiento de los equipos la velocidad de 768 Kbps, en caso de que en el futuro se requiera mayor calidad para videoconferencias.

### 3.2.1.3 Estimación velocidades

En la tabla 3.7 se muestra el crecimiento anual que se espera tener para las aplicaciones no críticas de la empresa para los próximos 5 años, tomando en consideración el crecimiento anual de empleados del 1,93% calculado en la sección 3.1. Este crecimiento no es aplicable en el caso de videoconferencia debido a que no se ve influenciada por este índice. Para el caso del tráfico RTP se ha considerado la instalación de cinco nuevas líneas IP que se las realizará en

| Aplicaciones Actuales      | Media Actual (kbps) |      | Factor Crecimiento / Año | Media 1er Año (kbps) |        | Media 2do Año (kbps) |        | Media 3er Año (kbps) |        | Media 4to Año (kbps) |        | Media 5to Año (kbps) |        |
|----------------------------|---------------------|------|--------------------------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|
|                            | In                  | Out  |                          | In                   | Out    | In                   | Out    | In                   | Out    | In                   | Out    | In                   | Out    |
| Correo                     | 40                  | 12   | 1,93%                    | 40,8                 | 12,2   | 41,6                 | 12,5   | 42,4                 | 12,7   | 43,2                 | 13,0   | 44,0                 | 13,2   |
| Web                        | 200                 | 1100 | 1,93%                    | 203,9                | 1121,2 | 207,8                | 1142,9 | 211,8                | 1164,9 | 215,9                | 1187,4 | 220,1                | 1210,3 |
| VNC                        | 15                  | 24   | 1,93%                    | 15,3                 | 24,5   | 15,6                 | 24,9   | 15,9                 | 25,4   | 16,2                 | 25,9   | 16,5                 | 26,4   |
| DNS                        | 3                   | 16   | 1,93%                    | 3,1                  | 16,3   | 3,1                  | 16,6   | 3,2                  | 16,9   | 3,2                  | 17,3   | 3,3                  | 17,6   |
| NetBios IP                 | 12                  | 45   | 1,93%                    | 12,2                 | 45,9   | 12,5                 | 46,8   | 12,7                 | 47,7   | 13,0                 | 48,6   | 13,2                 | 49,5   |
| SNMP                       | 10                  | 3    | 1,93%                    | 10,2                 | 3,1    | 10,4                 | 3,1    | 10,6                 | 3,2    | 10,8                 | 3,2    | 11,0                 | 3,3    |
| Active Directory           | 2                   | 4    | 1,93%                    | 2,0                  | 4,1    | 2,1                  | 4,2    | 2,1                  | 4,2    | 2,2                  | 4,3    | 2,2                  | 4,4    |
| LDAP                       | 4                   | 2,5  | 1,93%                    | 4,1                  | 2,5    | 4,2                  | 2,6    | 4,2                  | 2,6    | 4,3                  | 2,7    | 4,4                  | 2,8    |
| Kerberos                   | 2                   | 1    | 1,93%                    | 2,0                  | 1,0    | 2,1                  | 1,0    | 2,1                  | 1,1    | 2,2                  | 1,1    | 2,2                  | 1,1    |
| DHCP                       | 4                   | 12   | 1,93%                    | 4,1                  | 12,2   | 4,2                  | 12,5   | 4,2                  | 12,7   | 4,3                  | 13,0   | 4,4                  | 13,2   |
| BITS                       | 2                   | 2    | 1,93%                    | 2,0                  | 2,0    | 2,1                  | 2,1    | 2,1                  | 2,1    | 2,2                  | 2,2    | 2,2                  | 2,2    |
| CIFS                       | 25                  | 46   | 1,93%                    | 25,5                 | 46,9   | 26,0                 | 47,8   | 26,5                 | 48,7   | 27,0                 | 49,7   | 27,5                 | 50,6   |
| RTP                        | 25                  | 25   | 40kbps                   | 65,0                 | 65,0   | 65,0                 | 65,0   | 65,0                 | 65,0   | 65,0                 | 65,0   | 65,0                 | 65,0   |
| <b>Aplicaciones Nuevas</b> |                     |      |                          |                      |        |                      |        |                      |        |                      |        |                      |        |
| Videoconferencia           | -                   | -    | -                        | -                    | -      | 512,0                | 512,0  | 512,0                | 512,0  | 512,0                | 512,0  | 512,0                | 512,0  |

Tabla 3.7. Velocidades calculadas para los próximos 5 años<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Los valores correspondientes a la velocidad media actual que se presenta en la tabla fueron obtenidas por medio de la herramienta de monitoreo de tráfico y cuyos valores se encuentran detallados en la sección 2.6

el primer año, de acuerdo al plan de crecimiento de teléfonos IP realizado por el Área de Redes y Telecomunicaciones.

### 3.2.2 APLICACIONES CRÍTICAS

Como se explicó en la sección 2.7, las aplicaciones consideradas críticas para Petrocomercial son aquellas que posibilitan el funcionamiento del negocio de la empresa. Para la estimación del tráfico de estas aplicaciones se tomará en cuenta la percepción de los usuarios respecto a los tiempos de respuesta, disponibilidad de la aplicación o servicio y proyecciones de crecimiento para las mismas.

#### 3.2.2.1 Aplicaciones Actuales

Para las aplicaciones críticas, la mayoría de usuarios no están conformes con estos servicios, entre los motivos señalados consta el elevado tiempo de respuesta del servicio, con un 39% de las respuestas para Lotus Notes y 37% para AS-400. En Las figuras 3.1 y 3.2 detallan las causas de inconformidad de los usuarios con estos servicios:

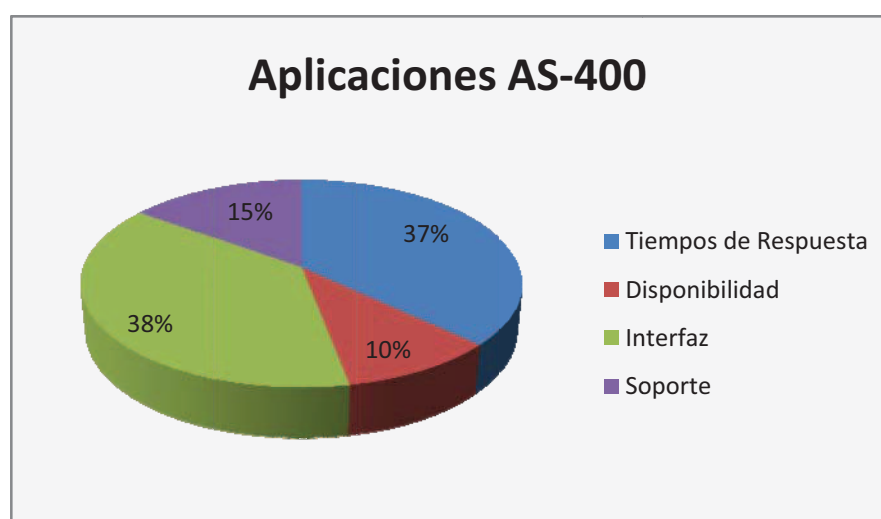


Figura 3.1. Causas de Inconformidad Aplicaciones AS-400



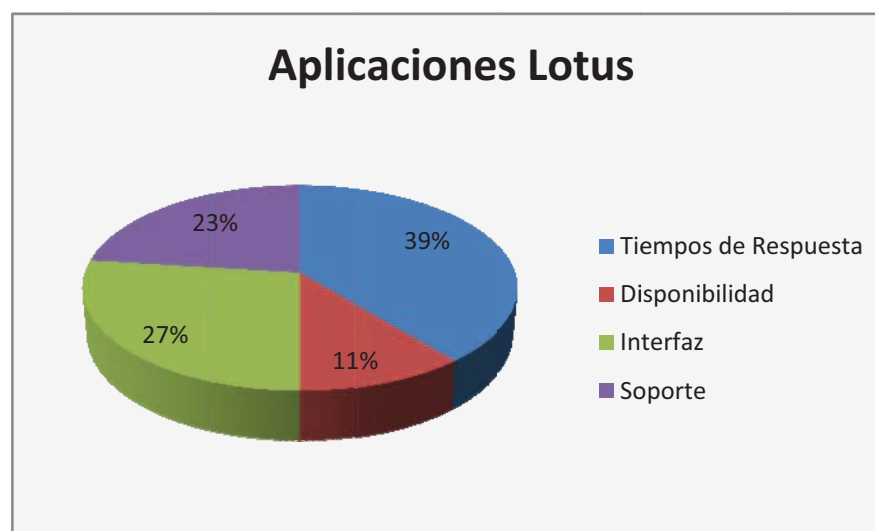


Figura 3.2. Causas de Inconformidad Aplicaciones Lotus

| Aplicación          | Tiempo de Respuesta |           |      |          |
|---------------------|---------------------|-----------|------|----------|
|                     | Bueno               | Aceptable | Malo | Muy Malo |
| Aplicaciones Lotus  | 20%                 | 22%       | 35%  | 23%      |
| Aplicaciones AS-400 | 21%                 | 20%       | 34%  | 25%      |

Tabla 3.8. Nivel de satisfacción Aplicaciones Lotus y AS-400

### 3.2.2.2 Aplicaciones Futuras

#### 3.2.2.2.1 Aplicaciones en Lotus Notes

Por la necesidad de la organización de ser más eficaz y eficiente, en todas sus áreas de servicio al cliente, producción, servicios internos y control, se van a implementar estas nuevas aplicaciones usando sistemas *Workflow* (flujo de trabajo). *Workflow* se lo entiende como un flujo de procesos administrativos, o sea es el conjunto de actividades realizadas en secuencia o en paralelo por dos o más miembros de un equipo de trabajo para lograr un objetivo común siguiendo las reglas de negocio preestablecidas. Con la implementación de las nuevas aplicaciones, se puede ir analizando cada una de las actividades señaladas dentro de un proceso, para ver cómo están trabajando las distintas áreas y de esta manera ver en qué parte del proceso hay retrasos o problemas.

Para dar estas soluciones de Workflow, se va a utilizar las capacidades de desarrollo de Lotus Notes que aunque es una excelente base de datos compartida, con capacidades de replicación y desarrollo de aplicaciones sofisticadas, no es la mejor opción para la implementación de sistemas de flujo de trabajo.

A continuación se presentan las aplicaciones que van a ser migradas y que reemplazarán a las actuales, éstas van a tener los mismos objetivos, pero su finalidad es que brinden a los usuarios una mejor interfaz, más fácil de usar y de entender, para mejorar la producción de la empresa.

- Sistema de Control de Ventas
- Sistema de Control de Despachos
- Sistema de Movimiento de Productos
- Sistema de Control de Materiales
- Sistema de Contratos
- Sistema de Recursos Humanos
- Sistema de Contabilidad

#### 3.2.2.2.2 *Servicio web*

Los servicios web a implementarse se usarán para brindar el interfaz de usuario a las aplicaciones migradas al ambiente de Lotus Notes que trabajarán con el sistema *Workflow*.

Con la implementación de estos servicios web se va a lograr interoperabilidad entre aplicaciones de software independiente de sus propiedades o de las plataformas sobre las que se instalen y adicionalmente facilidad de acceso a aplicaciones.

Estas nuevas aplicaciones van a trabajar en puertos no comunes asignados en la creación de las mismas (por ejemplo la aplicación contratos va a trabajar en el puerto 9414). Cada aplicación trabajará en un puerto diferente, con lo cual podrán

ser monitoreadas discriminando a cada una por su correspondiente número de puerto.

### 3.2.2.3 Estimación de Velocidades

Para la estimación el tráfico de las aplicaciones críticas se considerará dos factores importantes, además del crecimiento debido al aumento de usuarios, que son:

- *Crecimiento producido por el aumento en ventas de combustibles.*

Para el tráfico de las aplicaciones críticas asociadas a la venta y transporte de combustibles (las que corren actualmente en los servidores AS-400 y posteriormente migradas al ambiente Lotus y Servicios Web), se debe considerar, además del crecimiento de los empleados, el aumento en el volumen de transporte y venta de combustibles a nivel nacional, dado que son las actividades que generan el tráfico de estas aplicaciones.

En vista de que no se tienen datos de tráfico de las aplicaciones antes de la realización de este proyecto, que permitan compararlas contra el crecimiento en el volumen de ventas y transporte combustibles, se asumirá que el crecimiento en tráfico por este motivo se rige por el mismo factor de crecimiento que el de volumen de ventas y que es del 10%<sup>9</sup>.

- *Aumento en la velocidad para mejora de tiempos de respuesta en el servicio.*

Se quiere que los servicios de la empresa sean considerados rápidos (tiempos de respuesta buenos), por lo que para calcular la velocidad requerida por estos servicios en el futuro, se considera un aumento en la velocidad de cada transacción del 15% (lo que provocaría mejoras de tiempo de respuesta en el orden de los 2 segundos) por cada nivel de satisfacción considerado en la encuesta, de esta forma, este criterio se

---

<sup>9</sup> Valor de tendencia según el Informe Anual de Petrocomercial 2006

toma en cuenta sólo para las aplicaciones de Lotus Notes, ya que las aplicaciones AS-400 van a ser migradas.

#### 3.2.2.3.1 *Nuevas Aplicaciones*

Para la estimación del tráfico de las nuevas aplicaciones que van a correr sobre Lotus Notes, y considerando que su ámbito de acción es el mismo de las aplicaciones AS-400, se tomará en cuenta este índice de simultaneidad y el volumen de tráfico de una aplicación Lotus Notes, con lo que se estima un aumento del 80,3% en la velocidad requerida para estas aplicaciones a partir del segundo año, dada la relación del número de aplicaciones actuales y futuras.

En lo referente a los servicios web, se ha monitoreado su tráfico en un ambiente de prueba, para estimar de forma precisa las velocidades de transmisión necesarias en los distintos enlaces.

Del monitoreo de tráfico realizado en el ambiente de prueba de las aplicaciones se tienen los siguientes datos:

Tamaño típico de transacción: 120KBytes

Tiempo promedio de procesamiento de servidor: 4 segundos, según pruebas en el entorno de desarrollo en condiciones de carga media del procesador

Para calcular la velocidad de transmisión necesaria para las aplicaciones web a implementarse se utilizarán los siguientes parámetros:

- Tiempo de descarga: 20 segundos, tiempo considerado adecuado por los jefes de las unidades a usar las aplicaciones.
  
- Tiempo de transmisión en red: tiempo de descarga - tiempo promedio de procesamiento de servidor = 16 segundos.

- Velocidad requerida por transacción:

$$\frac{\text{Tamaño de Transacción}}{\text{Tiempo de Transmisión en la red}} = \frac{120K * 8 \text{ Bits}}{16\text{seg.}} = 60\text{Kbps}$$

Índice de simultaneidad a utilizar: 5,14, igual al índice de simultaneidad del tráfico de impresión de las aplicaciones AS-400, en vista de que su función es la presentación de datos a los usuarios.

Velocidad total en el canal: 308,4 Kbps

Como las aplicaciones que corren actualmente sobre los servidores de las AS-400 serán migradas, las estimaciones de crecimiento sólo se preverán para un período de 1 año, razón por la cual la estimación de velocidad para los servicios web se la realiza a partir del año 2. Para tener la velocidad por lugar remoto se hace la relación con las velocidades calculadas para el tráfico de impresiones del primer año distribuyendo así los 308,4Kbps para cada lugar.

En las tablas 3.9, 3.10, 3.11 y 3.12 se puede observar el estimado de la velocidad media en un periodo de cinco años, tomando en cuenta los factores que correspondan para cada cálculo.

| Lugar Remoto         | Media Actual (kbps) |     | C     | V   | Media 1er Año (Kbps) |        |
|----------------------|---------------------|-----|-------|-----|----------------------|--------|
|                      | In                  | Out |       |     | In                   | Out    |
| Regional Guayaquil   | 40                  | 56  | 1,93% | 10% | 44,77                | 62,68  |
| Beaterio             | 8                   | 30  | 1,93% | 10% | 8,95                 | 33,58  |
| Shushufindi Sucursal | 4                   | 7   | 1,93% | 10% | 4,48                 | 7,84   |
| Resto                | 11                  | 21  | 1,93% | 10% | 12,31                | 23,51  |
| Total                | 63                  | 114 | 1,93% | 10% | 70,52                | 127,60 |

Tabla 3.9. Cálculo velocidades para Servidores IBM

| Lugar Remoto         | Media Actual (kbps) |     | C     | V   | Media 1er Año (Kbps) |       |
|----------------------|---------------------|-----|-------|-----|----------------------|-------|
|                      | In                  | Out |       |     | In                   | Out   |
| Regional Guayaquil   | 5                   | 20  | 1,93% | 10% | 5,60                 | 22,39 |
| Beaterio             | 3                   | 12  | 1,93% | 10% | 3,36                 | 13,43 |
| Shushufindi Sucursal | 1,5                 | 4   | 1,93% | 10% | 1,68                 | 4,48  |
| Resto                | 4                   | 15  | 1,93% | 10% | 4,48                 | 16,79 |
| Total                | 13,5                | 51  | 1,93% | 10% | 15,11                | 57,08 |

Tabla 3.10. Cálculo velocidades para Impresiones

| Lugar Remoto         | Media 2do Año (Kbps) |        | C     | V   | Media 3er Año (Kbps) |        | Media 4to Año (Kbps) |        | Media 5to Año (Kbps) |        |
|----------------------|----------------------|--------|-------|-----|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|
|                      | In                   | Out    |       |     | In                   | Out    | In                   | Out    | In                   | Out    |
| Regional Guayaquil   | 21,99                | 120,94 | 1,93% | 10% | 24,61                | 135,37 | 27,55                | 151,52 | 30,84                | 169,60 |
| Beaterio             | 13,19                | 72,56  | 1,93% | 10% | 14,77                | 81,22  | 16,53                | 90,91  | 18,50                | 101,76 |
| Shushufindi Sucursal | 4,40                 | 24,19  | 1,93% | 10% | 4,92                 | 27,07  | 5,51                 | 30,30  | 6,17                 | 33,92  |
| Resto                | 16,49                | 90,71  | 1,93% | 10% | 18,46                | 101,53 | 20,66                | 113,64 | 23,13                | 127,20 |
| Total                | 56,07                | 308,4  | 1,93% | 10% | 62,76                | 345,19 | 70,25                | 386,37 | 78,63                | 432,47 |

Tabla 3.11. Cálculo velocidades para servicio de presentación Web

| Lugar Remoto         | Velocidad Media Actual (kbps) |     | C     | V   | M   | Media 1er Año (Kbps) |       | N     | Media 2do Año (Kbps) |        | Media 3er Año (Kbps) |        | Media 4to Año (Kbps) |        | Media 5to Año (Kbps) |        |
|----------------------|-------------------------------|-----|-------|-----|-----|----------------------|-------|-------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|
|                      | In                            | Out |       |     |     | In                   | Out   |       | In                   | Out    | In                   | Out    | In                   | Out    | In                   | Out    |
| Regional Guayaquil   | 115                           | 160 | 1,93% | 10% | 15% | 146,0                | 203,1 | 80,3% | 280,6                | 390,3  | 314,0                | 436,9  | 351,5                | 489,0  | 393,4                | 547,4  |
| Beaterio             | 70                            | 150 | 1,93% | 10% | 15% | 88,9                 | 190,4 | 80,3% | 170,8                | 365,9  | 191,1                | 409,6  | 214,0                | 458,5  | 239,5                | 513,2  |
| Shushufindi Sucursal | 41                            | 130 | 1,93% | 10% | 15% | 52,0                 | 165,0 | 80,3% | 100,0                | 317,2  | 112,0                | 355,0  | 125,3                | 397,3  | 140,3                | 444,7  |
| Resto                | 94                            | 112 | 1,93% | 10% | 15% | 119,3                | 142,2 | 80,3% | 229,3                | 273,2  | 256,7                | 305,8  | 287,3                | 342,3  | 321,6                | 383,2  |
| Total                | 320                           | 552 | 1,93% | 10% | 15% | 406,2                | 700,7 | 80,3% | 780,7                | 1346,7 | 873,8                | 1507,4 | 978,1                | 1687,2 | 1094,8               | 1888,5 |

Tabla 3.12. Cálculo velocidades para Lotus Notes

Donde:

C: Factor Crecimiento Empleados / Año

V: Factor Crecimiento Ventas / Transporte / Año

M: Factor de Mejora de Velocidad

N: Factor de aumento de tráfico por nuevas aplicaciones

### **3.2.3 RESUMEN VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN POR LUGAR REMOTO**

En la tabla 3.13 se encuentran los cálculos de velocidades requeridas por lugar remoto para los próximos cinco años, tomando en cuenta las consideraciones de crecimiento. Estos cálculos se han realizado con un aproximado de computadores activos por cada lugar remoto, para obtener una proporción del tráfico de cada lugar.

Para el cálculo del tráfico de las aplicaciones críticas hay que tomar en cuenta, que Beaterio, Shushufindi y Guayaquil, son lugares atípicos y generan un tráfico mucho mayor, por lo que se consideró que el resto de lugares tienen una proporción de uno a dos con respecto a Guayaquil.

Las velocidades consideran el encabezado hasta capa tres, dado que el equipo de monitoreo utilizado inspeccionaba el paquete hasta esta capa.

### **3.3. DISEÑO APLICANDO FRAME RELAY.**

El diseño de la red WAN manteniendo Frame Relay en capa 2 consolida la topología en estrella que se quería tener; así como mediante un esquema de direccionamiento bien definido se establecen enlaces punto a punto entre la matriz y los puntos remotos, con el fin de que los esquemas de calidad de servicio sean lo más sencillos posibles para que pueda brindarse una calidad de servicio extremo a extremo sin que su administración sea compleja.

Como se indicó en la sección 2.6 donde se trataba el análisis de las aplicaciones consideradas normales, éste no se efectuó para todas, dado que el tráfico causado por muchas de ellas no era significativo. A pesar de esto, en la tabla 3.13 se incluye el tráfico de muchas de estas.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de la distribución de tráfico por lugar remoto. Es importante indicar que las velocidades de las aplicaciones críticas para los sitios de Beaterio, Guayaquil y Shushufindi mostradas en las



tablas 3.13 son estimaciones en base a velocidades reales obtenidas con el equipo de monitoreo utilizado.

Para la distribución de la velocidad obtenida para una aplicación determinada entre los distintos sitios remotos se obtuvo un número promedio de computadoras de cada uno de ellos mediante información del directorio activo de Microsoft del servidor de propósitos administrativos.

Para una aplicación normal:

En este caso se aplica la siguiente fórmula:

$$Velocidad\ Aplicación_{sitio\ remoto} = \frac{Numero\ de\ host\ por\ sitio\ remoto}{Numero\ de\ host\ total} \times Velocidad\ de\ aplicación$$

Cálculo de tráfico de navegación web para Gasolinera.

Tráfico total promedio por navegación web 1100 kbps

Número total de hosts: 463

Número de Hosts de Gasolinera: 36

$$Velocidad\ Web_{Gasolinera} = \frac{36}{463} \times 1100\ kbps$$

$$Velocidad\ Web_{Gasolinera} = 85,53\ kbps$$

Para las aplicaciones críticas:

El cálculo para la distribución de velocidades entre los distintos sitios remotos se aplica una fórmula similar a la utilizada para las aplicaciones normales, ésta incluye un factor adicional que fue obtenido del análisis de los *logs* de los servidores de las aplicaciones críticas y relaciona el número de transacciones promedio desde los sitios remotos más importantes (que más transacciones generan) contra el número de transacciones que se generaban desde los otros

lugares considerando el número de hosts que cada uno de ellos tiene y se obtuvieron las siguientes relaciones:

- Lotus Notes: 2 a 1
- Telnets AS/400: 4 a 1
- Impresiones: 2 a 1

Por ejemplo: por cada 2 transacciones de Lotus Notes que se generan desde Guayaquil, Shushufindi o Beaterio, sólo se genera 1 desde los otros lugares, por lo que requieren mucha menos velocidad.

La fórmula para las aplicaciones críticas es:

$$Velocidad\ Aplicación_{sitio\ remoto} = \frac{\#host\ sitio\ remoto}{\#host\ GYE} \times factor_{transacciones} \times Velocidad\ aplicación_{GYE}$$

Cálculo de tráfico de Lotus Notes para Gasolinera:

Tráfico total Guayaquil Lotus Notes: 160 kbps

Número total de hosts: 167

Número de Hosts de Gasolinera: 36

$$Velocidad\ Lotus\ Notes_{Gasolinera} = \frac{36}{167} \times \frac{1}{2} \times 160\ kbps$$

$$Velocidad\ Lotus\ Notes_{Gasolinera} = 17,25\ kbps$$

| Situación Actual       |                | TRÁFICO EN Kbps |               |                  |                |              |              |              |              |             |                  |  |
|------------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|--|
| LAN REMOTA             | NÚMERO DE HOST | LOTUS           | AS-400        | IMPRESIÓN AS-400 | WEB            | CORREO       | VNC          | DNS          | NetBios IP   | SNMP        | Active Directory |  |
| 3 BOCAS                | 11             | 5,27            | 0,92          | 0,66             | 26,13          | 0,29         | 0,57         | 0,38         | 1,07         | 0,07        | 0,10             |  |
| AEROPUERTO             | 3              | 1,44            | 0,25          | 0,18             | 7,13           | 0,08         | 0,16         | 0,10         | 0,29         | 0,02        | 0,03             |  |
| AMBATO                 | 6              | 2,87            | 0,50          | 0,36             | 14,25          | 0,16         | 0,31         | 0,21         | 0,58         | 0,04        | 0,05             |  |
| BALTRA                 | 7              | 3,35            | 0,59          | 0,42             | 16,63          | 0,18         | 0,36         | 0,24         | 0,68         | 0,05        | 0,06             |  |
| <b>BEATERIO</b>        | <b>51</b>      | <b>150,00</b>   | <b>30,00</b>  | <b>12,00</b>     | <b>121,17</b>  | <b>1,32</b>  | <b>2,64</b>  | <b>1,76</b>  | <b>4,96</b>  | <b>0,33</b> | <b>0,44</b>      |  |
| CABECERA PCO           | 6              | 2,87            | 0,50          | 0,36             | 14,25          | 0,16         | 0,31         | 0,21         | 0,58         | 0,04        | 0,05             |  |
| CHALPI                 | 4              | 1,92            | 0,34          | 0,24             | 9,50           | 0,10         | 0,21         | 0,14         | 0,39         | 0,03        | 0,03             |  |
| CUENCA                 | 8              | 3,83            | 0,67          | 0,48             | 19,01          | 0,21         | 0,41         | 0,28         | 0,78         | 0,05        | 0,07             |  |
| ECUAFUEL PCO           | 7              | 3,35            | 0,59          | 0,42             | 16,63          | 0,18         | 0,36         | 0,24         | 0,68         | 0,05        | 0,06             |  |
| ESMERALDAS CAB PCO     | 3              | 1,44            | 0,25          | 0,18             | 7,13           | 0,08         | 0,16         | 0,10         | 0,29         | 0,02        | 0,03             |  |
| ESMERALDAS SUCURSAL    | 7              | 3,35            | 0,59          | 0,42             | 16,63          | 0,18         | 0,36         | 0,24         | 0,68         | 0,05        | 0,06             |  |
| FUEL OIL               | 7              | 3,35            | 0,59          | 0,42             | 16,63          | 0,18         | 0,36         | 0,24         | 0,68         | 0,05        | 0,06             |  |
| GASOLINERA             | 36             | 17,25           | 3,02          | 2,16             | 85,53          | 0,93         | 1,87         | 1,24         | 3,50         | 0,23        | 0,31             |  |
| GASPETSA               | 3              | 1,44            | 0,25          | 0,18             | 7,13           | 0,08         | 0,16         | 0,10         | 0,29         | 0,02        | 0,03             |  |
| <b>GUAYAQUIL</b>       | <b>167</b>     | <b>160,00</b>   | <b>56,00</b>  | <b>20,00</b>     | <b>396,76</b>  | <b>4,33</b>  | <b>8,66</b>  | <b>5,77</b>  | <b>16,23</b> | <b>1,08</b> | <b>1,44</b>      |  |
| LOJA                   | 12             | 5,75            | 1,01          | 0,72             | 28,51          | 0,31         | 0,62         | 0,41         | 1,17         | 0,08        | 0,10             |  |
| MANTA                  | 17             | 8,14            | 1,43          | 1,02             | 40,39          | 0,44         | 0,88         | 0,59         | 1,65         | 0,11        | 0,15             |  |
| OSAYACU                | 10             | 4,79            | 0,84          | 0,60             | 23,76          | 0,26         | 0,52         | 0,35         | 0,97         | 0,06        | 0,09             |  |
| OYAMBARO               | 7              | 3,35            | 0,59          | 0,42             | 16,63          | 0,18         | 0,36         | 0,24         | 0,68         | 0,05        | 0,06             |  |
| PASCUALES              | 27             | 12,93           | 2,26          | 1,62             | 64,15          | 0,70         | 1,40         | 0,93         | 2,62         | 0,17        | 0,23             |  |
| PROPANERO              | 5              | 2,40            | 0,42          | 0,30             | 11,88          | 0,13         | 0,26         | 0,17         | 0,49         | 0,03        | 0,04             |  |
| PUERTO AYORA           | 10             | 4,79            | 0,84          | 0,60             | 23,76          | 0,26         | 0,52         | 0,35         | 0,97         | 0,06        | 0,09             |  |
| QUIJOS                 | 3              | 1,44            | 0,25          | 0,18             | 7,13           | 0,08         | 0,16         | 0,10         | 0,29         | 0,02        | 0,03             |  |
| RIOBAMBA               | 3              | 1,44            | 0,25          | 0,18             | 7,13           | 0,08         | 0,16         | 0,10         | 0,29         | 0,02        | 0,03             |  |
| SALITRAL               | 9              | 4,31            | 0,75          | 0,54             | 21,38          | 0,23         | 0,47         | 0,31         | 0,87         | 0,06        | 0,08             |  |
| <b>SHUSHUFINDI SUC</b> | <b>4</b>       | <b>130,00</b>   | <b>7,00</b>   | <b>4,00</b>      | <b>9,50</b>    | <b>0,10</b>  | <b>0,21</b>  | <b>0,14</b>  | <b>0,39</b>  | <b>0,03</b> | <b>0,03</b>      |  |
| SHUSHUFINDI CAB        | 3              | 1,44            | 0,25          | 0,18             | 7,13           | 0,08         | 0,16         | 0,10         | 0,29         | 0,02        | 0,03             |  |
| STO DOMINGO            | 23             | 11,02           | 1,93          | 1,38             | 54,64          | 0,60         | 1,19         | 0,79         | 2,24         | 0,15        | 0,20             |  |
| SUC LIBERTAD           | 4              | 1,92            | 0,34          | 0,24             | 9,50           | 0,10         | 0,21         | 0,14         | 0,39         | 0,03        | 0,03             |  |
| <b>TOTAL</b>           | <b>463</b>     | <b>555,45</b>   | <b>113,20</b> | <b>50,43</b>     | <b>1100,00</b> | <b>12,00</b> | <b>24,00</b> | <b>16,00</b> | <b>45,00</b> | <b>3,00</b> | <b>4,00</b>      |  |

Tabla 3.13. Velocidades por Año por lugar remoto (Situación Actual) (a)

| Situación Actual       | TRÁFICO EN Kbps |             |              |             |              |              |      |                 |  |  |               | TOTAL POR LUGAR REMOTO |  |                |
|------------------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|------|-----------------|--|--|---------------|------------------------|--|----------------|
|                        | LDAP            | Kerberos    | DHCP         | BITS        | CIFS         | RTP          | VoFR | TRÁFICO DEFAULT |  |  |               |                        |  |                |
| LAN REMOTA             |                 |             |              |             |              |              |      |                 |  |  |               |                        |  |                |
| 3 BOCAS                | 0,06            | 0,02        | 0,29         | 0,05        | 1,09         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 1,85                   |  | 50,81          |
| AEROPUERTO             | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,30         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 0,50                   |  | 22,59          |
| AMBATO                 | 0,03            | 0,01        | 0,16         | 0,03        | 0,60         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 1,01                   |  | 33,17          |
| BALTRA                 | 0,04            | 0,02        | 0,18         | 0,03        | 0,70         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 1,18                   |  | 36,70          |
| <b>BEATERIO</b>        | <b>0,28</b>     | <b>0,11</b> | <b>1,32</b>  | <b>0,22</b> | <b>5,07</b>  |              |      |                 |  |  | <b>24,00</b>  | <b>16,58</b>           |  | <b>372,20</b>  |
| CABECERA PCO           | 0,03            | 0,01        | 0,16         | 0,03        | 0,60         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 1,01                   |  | 33,17          |
| CHALPI                 | 0,02            | 0,01        | 0,10         | 0,02        | 0,40         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 0,67                   |  | 26,11          |
| CUENCA                 | 0,04            | 0,02        | 0,21         | 0,03        | 0,79         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 1,34                   |  | 40,23          |
| ECUAFUEL PCO           | 0,04            | 0,02        | 0,18         | 0,03        | 0,70         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 1,18                   |  | 36,70          |
| ESMERALDAS CAB PCO     | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,30         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 0,50                   |  | 22,59          |
| ESMERALDAS SUCURSAL    | 0,04            | 0,02        | 0,18         | 0,03        | 0,70         |              |      |                 |  |  | 24,00         | 1,18                   |  | 48,70          |
| FUEL OIL               | 0,04            | 0,02        | 0,18         | 0,03        | 0,70         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 1,18                   |  | 36,70          |
| GASOLINERA             | 0,19            | 0,08        | 0,93         | 0,16        | 3,58         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 6,05                   |  | 139,02         |
| GASPETSA               | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,30         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 0,50                   |  | 22,59          |
| <b>GUAYAQUIL</b>       | <b>0,90</b>     | <b>0,36</b> | <b>4,33</b>  | <b>0,72</b> | <b>16,59</b> |              |      |                 |  |  | <b>24,00</b>  | <b>34,66</b>           |  | <b>751,83</b>  |
| LOJA                   | 0,06            | 0,03        | 0,31         | 0,05        | 1,19         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 2,02                   |  | 54,34          |
| MANTA                  | 0,09            | 0,04        | 0,44         | 0,07        | 1,69         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 2,86                   |  | 71,98          |
| OSAYACU                | 0,05            | 0,02        | 0,26         | 0,04        | 0,99         | 16,67        |      |                 |  |  | 12,00         | 2,51                   |  | 64,78          |
| OYAMBARO               | 0,04            | 0,02        | 0,18         | 0,03        | 0,70         | 8,33         |      |                 |  |  | 12,00         | 1,59                   |  | 45,45          |
| PASCUALES              | 0,15            | 0,06        | 0,70         | 0,12        | 2,68         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 4,54                   |  | 107,27         |
| PROPANERO              | 0,03            | 0,01        | 0,13         | 0,02        | 0,50         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 0,84                   |  | 29,64          |
| PUERTO AYORA           | 0,05            | 0,02        | 0,26         | 0,04        | 0,99         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 1,68                   |  | 47,28          |
| QUIJOS                 | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,30         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 0,50                   |  | 22,59          |
| RIOBAMBA               | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,30         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 0,50                   |  | 22,59          |
| SALITRAL               | 0,05            | 0,02        | 0,23         | 0,04        | 0,89         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 1,51                   |  | 43,76          |
| <b>SHUSHUFINDI SUC</b> | <b>0,02</b>     | <b>0,01</b> | <b>0,10</b>  | <b>0,02</b> | <b>0,40</b>  |              |      |                 |  |  | <b>24,00</b>  | <b>7,60</b>            |  | <b>183,55</b>  |
| SHUSHUFINDI CAB        | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,30         |              |      |                 |  |  | 12,00         | 0,50                   |  | 22,59          |
| STO DOMINGO            | 0,12            | 0,05        | 0,60         | 0,10        | 2,29         |              |      |                 |  |  | 24,00         | 3,86                   |  | 105,15         |
| SUC LIBERTAD           | 0,02            | 0,01        | 0,10         | 0,02        | 0,40         |              |      |                 |  |  | 24,00         | 0,67                   |  | 38,11          |
| <b>TOTAL</b>           | <b>2,50</b>     | <b>1,00</b> | <b>12,00</b> | <b>2,00</b> | <b>46,00</b> | <b>25,00</b> |      |                 |  |  | <b>420,00</b> | <b>100,58</b>          |  | <b>2532,16</b> |

Tabla 3.13. Velocidades por Año por lugar remoto (Situación Actual) (b)

| PRIMER AÑO             | TRÁFICO EN Kbps |               |               |                  |                |              |              |              |              |             |                  |
|------------------------|-----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|
|                        | NÚMERO DE HOST  | LOTUS         | AS-400        | IMPRESIÓN AS-400 | WEB            | CORREO       | VNC          | DNS          | NetBios IP   | SNMP        | Active Directory |
| 3 BOCAS                | 11,00           | 6,69          | 1,03          | 0,74             | 26,64          | 0,29         | 0,58         | 0,39         | 1,09         | 0,07        | 0,10             |
| AEROPUERTO             | 3,00            | 1,82          | 0,28          | 0,20             | 7,26           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,30         | 0,02        | 0,03             |
| AMBATO                 | 6,00            | 3,65          | 0,56          | 0,40             | 14,53          | 0,16         | 0,32         | 0,21         | 0,59         | 0,04        | 0,05             |
| BALTRA                 | 7,00            | 4,26          | 0,66          | 0,47             | 16,95          | 0,18         | 0,37         | 0,25         | 0,69         | 0,05        | 0,06             |
| <b>BEATERIO</b>        | <b>51,00</b>    | <b>190,40</b> | <b>33,58</b>  | <b>13,43</b>     | <b>123,50</b>  | <b>1,35</b>  | <b>2,69</b>  | <b>1,80</b>  | <b>5,05</b>  | <b>0,34</b> | <b>0,45</b>      |
| CABECERA PCO           | 6,00            | 3,65          | 0,56          | 0,40             | 14,53          | 0,16         | 0,32         | 0,21         | 0,59         | 0,04        | 0,05             |
| CHALPI                 | 4,00            | 2,43          | 0,38          | 0,27             | 9,69           | 0,11         | 0,21         | 0,14         | 0,40         | 0,03        | 0,04             |
| CORAZÓN Y FAISANES     | 2,00            | 1,22          | 0,19          | 0,13             | 4,84           | 0,05         | 0,11         | 0,07         | 0,20         | 0,01        | 0,02             |
| CUENCA                 | 8,00            | 4,86          | 0,75          | 0,54             | 19,37          | 0,21         | 0,42         | 0,28         | 0,79         | 0,05        | 0,07             |
| ECUAFUEL PCO           | 7,00            | 4,26          | 0,66          | 0,47             | 16,95          | 0,18         | 0,37         | 0,25         | 0,69         | 0,05        | 0,06             |
| ESMERALDAS CAB PCO     | 3,00            | 1,82          | 0,28          | 0,20             | 7,26           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,30         | 0,02        | 0,03             |
| ESMERALDAS SUCURSAL    | 7,00            | 4,26          | 0,66          | 0,47             | 16,95          | 0,18         | 0,37         | 0,25         | 0,69         | 0,05        | 0,06             |
| FUEL OIL               | 7,00            | 4,26          | 0,66          | 0,47             | 16,95          | 0,18         | 0,37         | 0,25         | 0,69         | 0,05        | 0,06             |
| GASOLINERA             | 36,00           | 21,89         | 3,38          | 2,41             | 87,18          | 0,95         | 1,90         | 1,27         | 3,57         | 0,24        | 0,32             |
| GASPETSA               | 3,00            | 1,82          | 0,28          | 0,20             | 7,26           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,30         | 0,02        | 0,03             |
| <b>GUAYAQUIL</b>       | <b>167,00</b>   | <b>203,09</b> | <b>62,68</b>  | <b>22,39</b>     | <b>404,42</b>  | <b>4,41</b>  | <b>8,82</b>  | <b>5,88</b>  | <b>16,54</b> | <b>1,10</b> | <b>1,47</b>      |
| LOJA                   | 12,00           | 7,30          | 1,13          | 0,80             | 29,06          | 0,32         | 0,63         | 0,42         | 1,19         | 0,08        | 0,11             |
| MANTA                  | 17,00           | 10,34         | 1,60          | 1,14             | 41,17          | 0,45         | 0,90         | 0,60         | 1,68         | 0,11        | 0,15             |
| OSAYACU                | 10,00           | 6,08          | 0,94          | 0,67             | 24,22          | 0,26         | 0,53         | 0,35         | 0,99         | 0,07        | 0,09             |
| OYAMBARO               | 7,00            | 4,26          | 0,66          | 0,47             | 16,95          | 0,18         | 0,37         | 0,25         | 0,69         | 0,05        | 0,06             |
| PASCUALES              | 27,00           | 16,42         | 2,53          | 1,81             | 65,38          | 0,71         | 1,43         | 0,95         | 2,67         | 0,18        | 0,24             |
| PROPANERO              | 5,00            | 3,04          | 0,47          | 0,34             | 12,11          | 0,13         | 0,26         | 0,18         | 0,50         | 0,03        | 0,04             |
| PUERTO AYORA           | 10,00           | 6,08          | 0,94          | 0,67             | 24,22          | 0,26         | 0,53         | 0,35         | 0,99         | 0,07        | 0,09             |
| QUIJOS                 | 3,00            | 1,82          | 0,28          | 0,20             | 7,26           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,30         | 0,02        | 0,03             |
| RIOBAMBA               | 3,00            | 1,82          | 0,28          | 0,20             | 7,26           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,30         | 0,02        | 0,03             |
| SALITRAL               | 9,00            | 5,47          | 0,84          | 0,60             | 21,79          | 0,24         | 0,48         | 0,32         | 0,89         | 0,06        | 0,08             |
| <b>SHUSHUFINDI SUC</b> | <b>4,00</b>     | <b>165,01</b> | <b>7,84</b>   | <b>4,48</b>      | <b>9,69</b>    | <b>0,11</b>  | <b>0,21</b>  | <b>0,14</b>  | <b>0,40</b>  | <b>0,03</b> | <b>0,04</b>      |
| SHUSHUFINDI CAB        | 3,00            | 1,82          | 0,28          | 0,20             | 7,26           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,30         | 0,02        | 0,03             |
| STO DOMINGO            | 23,00           | 13,99         | 2,16          | 1,54             | 55,70          | 0,61         | 1,22         | 0,81         | 2,28         | 0,15        | 0,20             |
| SUC LIBERTAD           | 4,00            | 2,43          | 0,38          | 0,27             | 9,69           | 0,11         | 0,21         | 0,14         | 0,40         | 0,03        | 0,04             |
| <b>TOTAL</b>           | <b>465,00</b>   | <b>706,25</b> | <b>126,90</b> | <b>56,58</b>     | <b>1121,23</b> | <b>12,23</b> | <b>24,46</b> | <b>16,31</b> | <b>45,87</b> | <b>3,06</b> | <b>4,08</b>      |

Tabla 3.13. Velocidades por Año por lugar remoto (Primer Año) (a)

| PRIMER AÑO             | TRÁFICO EN Kbps |             |              |             |              |              |               |                 |  |  |                | TOTAL POR LUGAR REMOTO |
|------------------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|--|--|----------------|------------------------|
|                        | LDAP            | Kerberos    | DHCP         | BITS        | CIFS         | RTP          | VoFR          | TRÁFICO DEFAULT |  |  |                |                        |
| 3 BOCAS                | 0,06            | 0,02        | 0,29         | 0,05        | 1,11         |              | 12,00         | 1,96            |  |  | 53,11          |                        |
| AEROPUERTO             | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,30         |              | 12,00         | 0,53            |  |  | 23,21          |                        |
| AMBATO                 | 0,03            | 0,01        | 0,16         | 0,03        | 0,61         |              | 12,00         | 1,07            |  |  | 34,42          |                        |
| BALTRA                 | 0,04            | 0,02        | 0,18         | 0,03        | 0,71         |              | 12,00         | 1,25            |  |  | 38,16          |                        |
| <b>BEATERIO</b>        | <b>0,28</b>     | <b>0,11</b> | <b>1,35</b>  | <b>0,22</b> | <b>5,16</b>  |              | <b>24,00</b>  | <b>18,99</b>    |  |  | <b>422,70</b>  |                        |
| CABECERA PCO           | 0,03            | 0,01        | 0,16         | 0,03        | 0,61         |              | 12,00         | 1,07            |  |  | 34,42          |                        |
| CHALPI                 | 0,02            | 0,01        | 0,11         | 0,02        | 0,41         | 8,00         | 12,00         | 1,11            |  |  | 35,35          |                        |
| CORAZÓN Y FAISANES     | 0,01            | 0,00        | 0,05         | 0,01        | 0,20         | 16,00        | 12,00         | 1,16            |  |  | 36,27          |                        |
| CUENCA                 | 0,04            | 0,02        | 0,21         | 0,04        | 0,81         |              | 12,00         | 1,42            |  |  | 41,90          |                        |
| ECUAFUEL PCO           | 0,04            | 0,02        | 0,18         | 0,03        | 0,71         |              | 12,00         | 1,25            |  |  | 38,16          |                        |
| ESMERALDAS CAB PCO     | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,30         |              | 12,00         | 0,53            |  |  | 23,21          |                        |
| ESMERALDAS SUCURSAL    | 0,04            | 0,02        | 0,18         | 0,03        | 0,71         |              | 24,00         | 1,25            |  |  | 50,16          |                        |
| FUEL OIL               | 0,04            | 0,02        | 0,18         | 0,03        | 0,71         |              | 12,00         | 1,25            |  |  | 38,16          |                        |
| GASOLINERA             | 0,20            | 0,08        | 0,95         | 0,16        | 3,65         |              | 12,00         | 6,41            |  |  | 146,54         |                        |
| GASPETSA               | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,30         |              | 12,00         | 0,53            |  |  | 23,21          |                        |
| <b>GUAYAQUIL</b>       | <b>0,92</b>     | <b>0,37</b> | <b>4,41</b>  | <b>0,74</b> | <b>16,91</b> |              | <b>24,00</b>  | <b>37,71</b>    |  |  | <b>815,86</b>  |                        |
| LOJA                   | 0,07            | 0,03        | 0,32         | 0,05        | 1,22         |              | 12,00         | 2,14            |  |  | 56,85          |                        |
| MANTA                  | 0,09            | 0,04        | 0,45         | 0,07        | 1,72         |              | 12,00         | 3,03            |  |  | 75,53          |                        |
| OSAYACU                | 0,06            | 0,02        | 0,26         | 0,04        | 1,01         | 25,00        | 12,00         | 3,03            |  |  | 75,62          |                        |
| OYAMBARO               | 0,04            | 0,02        | 0,18         | 0,03        | 0,71         | 8,00         | 12,00         | 1,65            |  |  | 46,56          |                        |
| PASCUALES              | 0,15            | 0,06        | 0,71         | 0,12        | 2,73         |              | 12,00         | 4,81            |  |  | 112,91         |                        |
| PROPANERO              | 0,03            | 0,01        | 0,13         | 0,02        | 0,51         |              | 12,00         | 0,89            |  |  | 30,69          |                        |
| PUERTO AYORA           | 0,06            | 0,02        | 0,26         | 0,04        | 1,01         |              | 12,00         | 1,78            |  |  | 49,37          |                        |
| QUIJOS                 | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,30         | 8,00         | 12,00         | 0,93            |  |  | 31,61          |                        |
| RIOBAMBA               | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,30         |              | 12,00         | 0,53            |  |  | 23,21          |                        |
| SALITRAL               | 0,05            | 0,02        | 0,24         | 0,04        | 0,91         |              | 12,00         | 1,60            |  |  | 45,64          |                        |
| <b>SHUSHUFINDI SUC</b> | <b>0,02</b>     | <b>0,01</b> | <b>0,11</b>  | <b>0,02</b> | <b>0,41</b>  |              | <b>24,00</b>  | <b>9,42</b>     |  |  | <b>221,91</b>  |                        |
| SHUSHUFINDI CAB        | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,30         |              | 12,00         | 0,53            |  |  | 23,21          |                        |
| STO DOMINGO            | 0,13            | 0,05        | 0,61         | 0,10        | 2,33         |              | 24,00         | 4,09            |  |  | 109,96         |                        |
| SUC LIBERTAD           | 0,02            | 0,01        | 0,11         | 0,02        | 0,41         |              | 24,00         | 0,71            |  |  | 38,95          |                        |
| <b>TOTAL</b>           | <b>2,55</b>     | <b>1,02</b> | <b>12,23</b> | <b>2,04</b> | <b>46,89</b> | <b>65,00</b> | <b>432,00</b> | <b>112,33</b>   |  |  | <b>2791,02</b> |                        |

Tabla 3.13. Velocidades por Año por lugar remoto (Primer Año) (b)

| SEGUNDO AÑO            | TRÁFICO EN Kbps |                |               |                  |                |              |              |              |              |             |                  |
|------------------------|-----------------|----------------|---------------|------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|
|                        | NÚMERO DE HOST  | LOTUS          | SERVICIOS WEB | VIDEOCONFERENCIA | WEB            | CORREO       | VNC          | DNS          | NetBios IP   | SNMP        | Active Directory |
| 3 BOCAS                | 11,00           | 12,86          | 3,98          |                  | 27,04          | 0,29         | 0,59         | 0,39         | 1,11         | 0,07        | 0,10             |
| AEROPUERTO             | 3,00            | 3,51           | 1,09          |                  | 7,37           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,30         | 0,02        | 0,03             |
| AMBATO                 | 6,00            | 7,01           | 2,17          | 512,00           | 14,75          | 0,16         | 0,32         | 0,21         | 0,60         | 0,04        | 0,05             |
| BALTRA                 | 7,00            | 8,18           | 2,53          |                  | 17,20          | 0,19         | 0,38         | 0,25         | 0,70         | 0,05        | 0,06             |
| <b>BEATERIO</b>        | <b>51,00</b>    | <b>365,95</b>  | <b>72,56</b>  | <b>512,00</b>    | <b>125,35</b>  | <b>1,37</b>  | <b>2,73</b>  | <b>1,82</b>  | <b>5,13</b>  | <b>0,34</b> | <b>0,46</b>      |
| CABECERA PCO           | 6,00            | 7,01           | 2,17          |                  | 14,75          | 0,16         | 0,32         | 0,21         | 0,60         | 0,04        | 0,05             |
| CHALPI                 | 4,00            | 4,67           | 1,45          |                  | 9,83           | 0,11         | 0,21         | 0,14         | 0,40         | 0,03        | 0,04             |
| CORAZÓN Y FAISANES     | 2,00            | 2,34           | 0,72          |                  | 4,92           | 0,05         | 0,11         | 0,07         | 0,20         | 0,01        | 0,02             |
| CUENCA                 | 8,00            | 9,35           | 2,90          |                  | 19,66          | 0,21         | 0,43         | 0,29         | 0,80         | 0,05        | 0,07             |
| ECUAFUEL PCO           | 7,00            | 8,18           | 2,53          |                  | 17,20          | 0,19         | 0,38         | 0,25         | 0,70         | 0,05        | 0,06             |
| ESMERALDAS CAB PCO     | 3,00            | 3,51           | 1,09          |                  | 7,37           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,30         | 0,02        | 0,03             |
| ESMERALDAS SUCURSAL    | 7,00            | 8,18           | 2,53          |                  | 17,20          | 0,19         | 0,38         | 0,25         | 0,70         | 0,05        | 0,06             |
| FUEL OIL               | 7,00            | 8,18           | 2,53          |                  | 17,20          | 0,19         | 0,38         | 0,25         | 0,70         | 0,05        | 0,06             |
| GASOLINERA             | 36,00           | 42,07          | 13,04         |                  | 88,48          | 0,97         | 1,93         | 1,29         | 3,62         | 0,24        | 0,32             |
| GASPETSA               | 3,00            | 3,51           | 1,09          |                  | 7,37           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,30         | 0,02        | 0,03             |
| <b>GUAYAQUIL</b>       | <b>167,00</b>   | <b>390,35</b>  | <b>120,94</b> | <b>512,00</b>    | <b>410,45</b>  | <b>4,48</b>  | <b>8,96</b>  | <b>5,97</b>  | <b>16,79</b> | <b>1,12</b> | <b>1,49</b>      |
| LOJA                   | 12,00           | 14,02          | 4,35          |                  | 29,49          | 0,32         | 0,64         | 0,43         | 1,21         | 0,08        | 0,11             |
| MANTA                  | 17,00           | 19,87          | 6,16          |                  | 41,78          | 0,46         | 0,91         | 0,61         | 1,71         | 0,11        | 0,15             |
| OSAYACU                | 10,00           | 11,69          | 3,62          | 512,00           | 24,58          | 0,27         | 0,54         | 0,36         | 1,01         | 0,07        | 0,09             |
| OYAMBARO               | 7,00            | 8,18           | 2,53          |                  | 17,20          | 0,19         | 0,38         | 0,25         | 0,70         | 0,05        | 0,06             |
| PASCUALES              | 27,00           | 31,55          | 9,78          |                  | 66,36          | 0,72         | 1,45         | 0,97         | 2,71         | 0,18        | 0,24             |
| PROPANERO              | 5,00            | 5,84           | 1,81          |                  | 12,29          | 0,13         | 0,27         | 0,18         | 0,50         | 0,03        | 0,04             |
| PUERTO AYORA           | 10,00           | 11,69          | 3,62          |                  | 24,58          | 0,27         | 0,54         | 0,36         | 1,01         | 0,07        | 0,09             |
| QUIJOS                 | 3,00            | 3,51           | 1,09          |                  | 7,37           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,30         | 0,02        | 0,03             |
| RIOBAMBA               | 3,00            | 3,51           | 1,09          |                  | 7,37           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,30         | 0,02        | 0,03             |
| SALITRAL               | 9,00            | 10,52          | 3,26          |                  | 22,12          | 0,24         | 0,48         | 0,32         | 0,90         | 0,06        | 0,08             |
| <b>SHUSHUFINDI SUC</b> | <b>4,00</b>     | <b>317,16</b>  | <b>24,19</b>  |                  | <b>9,83</b>    | <b>0,11</b>  | <b>0,21</b>  | <b>0,14</b>  | <b>0,40</b>  | <b>0,03</b> | <b>0,04</b>      |
| SHUSHUFINDI CAB        | 3,00            | 3,51           | 1,09          |                  | 7,37           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,30         | 0,02        | 0,03             |
| STO DOMINGO            | 23,00           | 26,88          | 8,33          | 512,00           | 56,53          | 0,62         | 1,23         | 0,82         | 2,31         | 0,15        | 0,21             |
| SUC LIBERTAD           | 4,00            | 4,67           | 1,45          |                  | 9,83           | 0,11         | 0,21         | 0,14         | 0,40         | 0,03        | 0,04             |
| <b>TOTAL</b>           | <b>465,00</b>   | <b>1357,44</b> | <b>305,68</b> | <b>2560,00</b>   | <b>1142,87</b> | <b>12,47</b> | <b>24,94</b> | <b>16,62</b> | <b>46,75</b> | <b>3,12</b> | <b>4,16</b>      |

Tabla 3.13. Velocidades por Año por lugar remoto (Segundo Año) (a)

| SEGUNDO AÑO            |             | TRÁFICO EN Kbps |              |             |              |              |               |                 |  |  |  | TOTAL POR LUGAR REMOTO |
|------------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|--|--|--|------------------------|
| LAN REMOTA             | LDAP        | Kerberos        | DHCP         | BITS        | CIFS         | RTP          | VoFR          | TRÁFICO DEFAULT |  |  |  |                        |
| 3 BOCAS                | 0,06        | 0,02            | 0,29         | 0,05        | 1,13         | 0,00         | 12,00         | 2,40            |  |  |  | 62,39                  |
| AEROPUERTO             | 0,02        | 0,01            | 0,08         | 0,01        | 0,31         | 0,00         | 12,00         | 0,65            |  |  |  | 25,74                  |
| AMBATO                 | 0,03        | 0,01            | 0,16         | 0,03        | 0,62         | 0,00         | 12,00         | 26,91           |  |  |  | 577,09                 |
| BALTRA                 | 0,04        | 0,02            | 0,19         | 0,03        | 0,72         | 0,00         | 12,00         | 1,53            |  |  |  | 44,07                  |
| <b>BEATERIO</b>        | 0,28        | 0,11            | 1,37         | 0,23        | 5,24         | 0,00         | 24,00         | <b>54,75</b>    |  |  |  | <b>1173,69</b>         |
| CABECERA PCO           | 0,03        | 0,01            | 0,16         | 0,03        | 0,62         | 0,00         | 12,00         | 1,31            |  |  |  | 39,49                  |
| CHALPI                 | 0,02        | 0,01            | 0,11         | 0,02        | 0,41         | 8,00         | 12,00         | 1,27            |  |  |  | 38,72                  |
| CORAZÓN Y FAISANES     | 0,01        | 0,00            | 0,05         | 0,01        | 0,21         | 16,00        | 12,00         | 1,24            |  |  |  | 37,96                  |
| CUENCA                 | 0,04        | 0,02            | 0,21         | 0,04        | 0,82         | 0,00         | 12,00         | 1,75            |  |  |  | 48,65                  |
| ECUAFUEL PCO           | 0,04        | 0,02            | 0,19         | 0,03        | 0,72         | 0,00         | 12,00         | 1,53            |  |  |  | 44,07                  |
| ESMERALDAS CAB PCO     | 0,02        | 0,01            | 0,08         | 0,01        | 0,31         | 0,00         | 12,00         | 0,65            |  |  |  | 25,74                  |
| ESMERALDAS SUCURSAL    | 0,04        | 0,02            | 0,19         | 0,03        | 0,72         | 0,00         | 24,00         | 1,53            |  |  |  | 56,07                  |
| FUEL OIL               | 0,04        | 0,02            | 0,19         | 0,03        | 0,72         | 0,00         | 12,00         | 1,53            |  |  |  | 44,07                  |
| GASOLINERA             | 0,20        | 0,08            | 0,97         | 0,16        | 3,70         | 0,00         | 12,00         | 7,85            |  |  |  | 176,92                 |
| GASPETA                | 0,02        | 0,01            | 0,08         | 0,01        | 0,31         | 0,00         | 12,00         | 0,65            |  |  |  | 25,74                  |
| <b>GUAYAQUIL</b>       | 0,93        | 0,37            | 4,48         | 0,75        | 17,16        | 0,00         | 24,00         | <b>74,81</b>    |  |  |  | <b>1595,05</b>         |
| LOJA                   | 0,07        | 0,03            | 0,32         | 0,05        | 1,23         | 0,00         | 12,00         | 2,62            |  |  |  | 66,97                  |
| MANTA                  | 0,09        | 0,04            | 0,46         | 0,08        | 1,75         | 0,00         | 12,00         | 3,71            |  |  |  | 89,88                  |
| OSAYACU                | 0,06        | 0,02            | 0,27         | 0,04        | 1,03         | 25,00        | 12,00         | 29,03           |  |  |  | 621,66                 |
| OYAMBARO               | 0,04        | 0,02            | 0,19         | 0,03        | 0,72         | 8,00         | 12,00         | 1,93            |  |  |  | 52,47                  |
| PASCUALES              | 0,15        | 0,06            | 0,72         | 0,12        | 2,78         | 0,00         | 12,00         | 5,89            |  |  |  | 135,69                 |
| PROPANERO              | 0,03        | 0,01            | 0,13         | 0,02        | 0,51         | 0,00         | 12,00         | 1,09            |  |  |  | 34,90                  |
| PUERTO AYORA           | 0,06        | 0,02            | 0,27         | 0,04        | 1,03         | 0,00         | 12,00         | 2,18            |  |  |  | 57,81                  |
| QUIJOS                 | 0,02        | 0,01            | 0,08         | 0,01        | 0,31         | 8,00         | 12,00         | 1,05            |  |  |  | 34,14                  |
| RIOBAMBA               | 0,02        | 0,01            | 0,08         | 0,01        | 0,31         | 0,00         | 12,00         | 0,65            |  |  |  | 25,74                  |
| SALITRAL               | 0,05        | 0,02            | 0,24         | 0,04        | 0,93         | 0,00         | 12,00         | 1,96            |  |  |  | 53,23                  |
| <b>SHUSHUFINDI SUC</b> | 0,02        | 0,01            | 0,11         | 0,02        | 0,41         | 0,00         | 24,00         | <b>17,63</b>    |  |  |  | <b>394,31</b>          |
| SHUSHUFINDI CAB        | 0,02        | 0,01            | 0,08         | 0,01        | 0,31         | 0,00         | 12,00         | 0,65            |  |  |  | 25,74                  |
| STO DOMINGO            | 0,13        | 0,05            | 0,62         | 0,10        | 2,36         | 0,00         | 24,00         | 30,62           |  |  |  | 666,96                 |
| SUC LIBERTAD           | 0,02        | 0,01            | 0,11         | 0,02        | 0,41         | 0,00         | 24,00         | 0,87            |  |  |  | 42,32                  |
| <b>TOTAL</b>           | <b>2,60</b> | <b>1,04</b>     | <b>12,47</b> | <b>2,08</b> | <b>47,79</b> | <b>65,00</b> | <b>432,00</b> | <b>280,25</b>   |  |  |  | <b>6317,28</b>         |

Tabla 3.13. Velocidades por Año por lugar remoto (Segundo Año) (b)



| LAN REMOTA             | TRÁFICO EN Kbps |                |               |                  |                |              |              |              |              |             |                  |
|------------------------|-----------------|----------------|---------------|------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|
|                        | NÚMERO DE HOST  | LOTUS          | SERVICIOS WEB | VIDEOCONFERENCIA | WEB            | CORREO       | VNC          | DNS          | NetBios IP   | SNMP        | Active Directory |
| 3 BOCAS                | 11              | 14,39          | 4,46          |                  | 27,56          | 0,30         | 0,60         | 0,40         | 1,13         | 0,08        | 0,10             |
| AEROPUERTO             | 3               | 3,92           | 1,22          |                  | 7,52           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,31         | 0,02        | 0,03             |
| AMBATO                 | 6               | 7,85           | 2,43          | 512,00           | 15,03          | 0,16         | 0,33         | 0,22         | 0,61         | 0,04        | 0,05             |
| BALTRA                 | 7               | 9,16           | 2,84          |                  | 17,54          | 0,19         | 0,38         | 0,26         | 0,72         | 0,05        | 0,06             |
| <b>BEATERIO</b>        | <b>51</b>       | <b>409,61</b>  | <b>81,22</b>  | 512,00           | <b>127,77</b>  | <b>1,39</b>  | <b>2,79</b>  | <b>1,86</b>  | <b>5,23</b>  | <b>0,35</b> | <b>0,46</b>      |
| CABECERA PCO           | 6               | 7,85           | 2,43          |                  | 15,03          | 0,16         | 0,33         | 0,22         | 0,61         | 0,04        | 0,05             |
| CHALPI                 | 4               | 5,23           | 1,62          |                  | 10,02          | 0,11         | 0,22         | 0,15         | 0,41         | 0,03        | 0,04             |
| CORAZÓN Y FAISANES     | 2               | 2,62           | 0,81          |                  | 5,01           | 0,05         | 0,11         | 0,07         | 0,20         | 0,01        | 0,02             |
| CUENCA                 | 8               | 10,46          | 3,24          |                  | 20,04          | 0,22         | 0,44         | 0,29         | 0,82         | 0,05        | 0,07             |
| ECUAFUEL PCO           | 7               | 9,16           | 2,84          |                  | 17,54          | 0,19         | 0,38         | 0,26         | 0,72         | 0,05        | 0,06             |
| ESMERALDAS CAB PCO     | 3               | 3,92           | 1,22          |                  | 7,52           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,31         | 0,02        | 0,03             |
| ESMERALDAS SUCURSAL    | 7               | 9,16           | 2,84          |                  | 17,54          | 0,19         | 0,38         | 0,26         | 0,72         | 0,05        | 0,06             |
| FUEL OIL               | 7               | 9,16           | 2,84          |                  | 17,54          | 0,19         | 0,38         | 0,26         | 0,72         | 0,05        | 0,06             |
| GASOLINERA             | 36              | 47,09          | 14,59         |                  | 90,19          | 0,98         | 1,97         | 1,31         | 3,69         | 0,25        | 0,33             |
| GASPETSA               | 3               | 3,92           | 1,22          |                  | 7,52           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,31         | 0,02        | 0,03             |
| <b>GUAYAQUIL</b>       | <b>167</b>      | <b>436,91</b>  | <b>135,37</b> | 512,00           | <b>418,37</b>  | <b>4,56</b>  | <b>9,13</b>  | <b>6,09</b>  | <b>17,12</b> | <b>1,14</b> | <b>1,52</b>      |
| LOJA                   | 12              | 15,70          | 4,86          |                  | 30,06          | 0,33         | 0,66         | 0,44         | 1,23         | 0,08        | 0,11             |
| MANTA                  | 17              | 22,24          | 6,89          |                  | 42,59          | 0,46         | 0,93         | 0,62         | 1,74         | 0,12        | 0,15             |
| OSAYACU                | 10              | 13,08          | 4,05          | 512,00           | 25,05          | 0,27         | 0,55         | 0,36         | 1,02         | 0,07        | 0,09             |
| OYAMBARO               | 7               | 9,16           | 2,84          |                  | 17,54          | 0,19         | 0,38         | 0,26         | 0,72         | 0,05        | 0,06             |
| PASCUALES              | 27              | 35,32          | 10,94         |                  | 67,64          | 0,74         | 1,48         | 0,98         | 2,77         | 0,18        | 0,25             |
| PROPANERO              | 5               | 6,54           | 2,03          |                  | 12,53          | 0,14         | 0,27         | 0,18         | 0,51         | 0,03        | 0,05             |
| PUERTO AYORA           | 10              | 13,08          | 4,05          |                  | 25,05          | 0,27         | 0,55         | 0,36         | 1,02         | 0,07        | 0,09             |
| QUIJOS                 | 3               | 3,92           | 1,22          |                  | 7,52           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,31         | 0,02        | 0,03             |
| RIOBAMBA               | 3               | 3,92           | 1,22          |                  | 7,52           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,31         | 0,02        | 0,03             |
| SALITRAL               | 9               | 11,77          | 3,65          |                  | 22,55          | 0,25         | 0,49         | 0,33         | 0,92         | 0,06        | 0,08             |
| <b>SHUSHUFINDI SUC</b> | <b>4</b>        | <b>354,99</b>  | <b>27,07</b>  |                  | <b>10,02</b>   | <b>0,11</b>  | <b>0,22</b>  | <b>0,15</b>  | <b>0,41</b>  | <b>0,03</b> | <b>0,04</b>      |
| SHUSHUFINDI CAB        | 3               | 3,92           | 1,22          |                  | 7,52           | 0,08         | 0,16         | 0,11         | 0,31         | 0,02        | 0,03             |
| STO DOMINGO            | 23              | 30,09          | 9,32          | 512,00           | 57,62          | 0,63         | 1,26         | 0,84         | 2,36         | 0,16        | 0,21             |
| SUC LIBERTAD           | 4               | 5,23           | 1,62          |                  | 10,02          | 0,11         | 0,22         | 0,15         | 0,41         | 0,03        | 0,04             |
| <b>TOTAL</b>           | <b>465</b>      | <b>1519,39</b> | <b>342,15</b> | <b>2560,00</b>   | <b>1164,93</b> | <b>12,71</b> | <b>25,42</b> | <b>16,94</b> | <b>47,66</b> | <b>3,18</b> | <b>4,24</b>      |

Tabla 3.13. Velocidades por Año por lugar remoto (Tercer Año) (a)

| TERCER AÑO             | TRÁFICO EN Kbps |             |              |             |              |              |               |                 |  |  |                | TOTAL POR LUGAR REMOTO |
|------------------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|--|--|----------------|------------------------|
|                        | LDAP            | Kerberos    | DHCP         | BITS        | CIFS         | RTP          | VoFR          | TRÁFICO DEFAULT |  |  |                |                        |
| 3 BOCAS                | 0,06            | 0,03        | 0,30         | 0,05        | 1,15         |              | 12,00         | 2,53            |  |  | 65,13          |                        |
| AEROPUERTO             | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,31         |              | 12,00         | 0,69            |  |  | 26,49          |                        |
| AMBATO                 | 0,03            | 0,01        | 0,16         | 0,03        | 0,63         |              | 12,00         | 26,98           |  |  | 578,58         |                        |
| BALTRA                 | 0,04            | 0,02        | 0,19         | 0,03        | 0,73         |              | 12,00         | 1,61            |  |  | 45,81          |                        |
| <b>BEATERIO</b>        | <b>0,29</b>     | <b>0,12</b> | <b>1,39</b>  | <b>0,23</b> | <b>5,34</b>  |              | <b>24,00</b>  | <b>57,50</b>    |  |  | <b>1231,55</b> |                        |
| CABECERA PCO           | 0,03            | 0,01        | 0,16         | 0,03        | 0,63         |              | 12,00         | 1,38            |  |  | 40,98          |                        |
| CHALPI                 | 0,02            | 0,01        | 0,11         | 0,02        | 0,42         | 8,00         | 12,00         | 1,32            |  |  | 39,72          |                        |
| CORAZÓN Y FAISANES     | 0,01            | 0,00        | 0,05         | 0,01        | 0,21         | 16,00        | 12,00         | 1,26            |  |  | 38,46          |                        |
| CUENCA                 | 0,05            | 0,02        | 0,22         | 0,04        | 0,84         |              | 12,00         | 1,84            |  |  | 50,64          |                        |
| ECUAFUEL PCO           | 0,04            | 0,02        | 0,19         | 0,03        | 0,73         |              | 12,00         | 1,61            |  |  | 45,81          |                        |
| ESMERALDAS CAB PCO     | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,31         |              | 12,00         | 0,69            |  |  | 26,49          |                        |
| ESMERALDAS SUCURSAL    | 0,04            | 0,02        | 0,19         | 0,03        | 0,73         |              | 24,00         | 1,61            |  |  | 57,81          |                        |
| FUEL OIL               | 0,04            | 0,02        | 0,19         | 0,03        | 0,73         |              | 12,00         | 1,61            |  |  | 45,81          |                        |
| GASOLINERA             | 0,20            | 0,08        | 0,98         | 0,16        | 3,77         |              | 12,00         | 8,28            |  |  | 185,88         |                        |
| GASPETSA               | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,31         |              | 12,00         | 0,69            |  |  | 26,49          |                        |
| <b>GUAYAQUIL</b>       | <b>0,95</b>     | <b>0,38</b> | <b>4,56</b>  | <b>0,76</b> | <b>17,50</b> |              | <b>24,00</b>  | <b>78,32</b>    |  |  | <b>1668,68</b> |                        |
| LOJA                   | 0,07            | 0,03        | 0,33         | 0,05        | 1,26         |              | 12,00         | 2,76            |  |  | 69,96          |                        |
| MANTA                  | 0,10            | 0,04        | 0,46         | 0,08        | 1,78         |              | 12,00         | 3,91            |  |  | 94,11          |                        |
| OSAYACU                | 0,06            | 0,02        | 0,27         | 0,05        | 1,05         | 25,00        | 12,00         | 29,15           |  |  | 624,15         |                        |
| OYAMBARO               | 0,04            | 0,02        | 0,19         | 0,03        | 0,73         | 8,00         | 12,00         | 2,01            |  |  | 54,21          |                        |
| PASCUALES              | 0,15            | 0,06        | 0,74         | 0,12        | 2,83         | 0,00         | 12,00         | 6,21            |  |  | 142,41         |                        |
| PROPANERO              | 0,03            | 0,01        | 0,14         | 0,02        | 0,52         |              | 12,00         | 1,15            |  |  | 36,15          |                        |
| PUERTO AYORA           | 0,06            | 0,02        | 0,27         | 0,05        | 1,05         |              | 12,00         | 2,30            |  |  | 60,30          |                        |
| QUIJOS                 | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,31         | 8,00         | 12,00         | 1,09            |  |  | 34,89          |                        |
| RIOBAMBA               | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,31         |              | 12,00         | 0,69            |  |  | 26,49          |                        |
| SALITRAL               | 0,05            | 0,02        | 0,25         | 0,04        | 0,94         |              | 12,00         | 2,07            |  |  | 55,47          |                        |
| <b>SHUSHUFINDI SUC</b> | <b>0,02</b>     | <b>0,01</b> | <b>0,11</b>  | <b>0,02</b> | <b>0,42</b>  |              | <b>24,00</b>  | <b>19,68</b>    |  |  | <b>437,29</b>  |                        |
| SHUSHUFINDI CAB        | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,31         |              | 12,00         | 0,69            |  |  | 26,49          |                        |
| STO DOMINGO            | 0,13            | 0,05        | 0,63         | 0,10        | 2,41         |              | 24,00         | 30,89           |  |  | 672,69         |                        |
| SUC LIBERTAD           | 0,02            | 0,01        | 0,11         | 0,02        | 0,42         |              | 24,00         | 0,92            |  |  | 43,32          |                        |
| <b>TOTAL</b>           | <b>2,65</b>     | <b>1,06</b> | <b>12,71</b> | <b>2,12</b> | <b>48,72</b> | <b>65,00</b> | <b>432,00</b> | <b>291,44</b>   |  |  | <b>6552,29</b> |                        |

Tabla 3.13. Velocidades por Año por lugar remoto (Tercer Año) (b)

| CUARTO AÑO             | TRÁFICO EN Kbps |                |               |                  |                |              |              |              |              |             |                  |
|------------------------|-----------------|----------------|---------------|------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|
|                        | NÚMERO DE HOST  | LOTUS          | SERVICIOS WEB | VIDEOCONFERENCIA | WEB            | CORREO       | VNC          | DNS          | NetBios IP   | SNMP        | Active Directory |
| 3 BOCAS                | 11              | 16,11          | 4,99          |                  | 28,09          | 0,31         | 0,61         | 0,41         | 1,15         | 0,08        | 0,10             |
| AEROPUERTO             | 3               | 4,39           | 1,36          |                  | 7,66           | 0,08         | 0,17         | 0,11         | 0,31         | 0,02        | 0,03             |
| AMBATO                 | 6               | 8,79           | 2,72          | 512,00           | 15,32          | 0,17         | 0,33         | 0,22         | 0,63         | 0,04        | 0,06             |
| BALTRA                 | 7               | 10,25          | 3,18          |                  | 17,87          | 0,19         | 0,39         | 0,26         | 0,73         | 0,05        | 0,06             |
| <b>BEATERIO</b>        | <b>51</b>       | <b>458,47</b>  | <b>90,91</b>  | <b>512,00</b>    | <b>130,23</b>  | <b>1,42</b>  | <b>2,84</b>  | <b>1,89</b>  | <b>5,33</b>  | <b>0,36</b> | <b>0,47</b>      |
| CABECERA PCO           | 6               | 8,79           | 2,72          |                  | 15,32          | 0,17         | 0,33         | 0,22         | 0,63         | 0,04        | 0,06             |
| CHALPI                 | 4               | 5,86           | 1,81          |                  | 10,21          | 0,11         | 0,22         | 0,15         | 0,42         | 0,03        | 0,04             |
| CORAZÓN Y FAISANES     | 2               | 2,93           | 0,91          |                  | 5,11           | 0,06         | 0,11         | 0,07         | 0,21         | 0,01        | 0,02             |
| CUENCA                 | 8               | 11,71          | 3,63          |                  | 20,43          | 0,22         | 0,45         | 0,30         | 0,84         | 0,06        | 0,07             |
| ECUAFUEL PCO           | 7               | 10,25          | 3,18          |                  | 17,87          | 0,19         | 0,39         | 0,26         | 0,73         | 0,05        | 0,06             |
| ESMERALDAS CAB PCO     | 3               | 4,39           | 1,36          |                  | 7,66           | 0,08         | 0,17         | 0,11         | 0,31         | 0,02        | 0,03             |
| ESMERALDAS SUCURSAL    | 7               | 10,25          | 3,18          |                  | 17,87          | 0,19         | 0,39         | 0,26         | 0,73         | 0,05        | 0,06             |
| FUEL OIL               | 7               | 10,25          | 3,18          |                  | 17,87          | 0,19         | 0,39         | 0,26         | 0,73         | 0,05        | 0,06             |
| GASOLINERA             | 36              | 52,71          | 16,33         |                  | 91,93          | 1,00         | 2,01         | 1,34         | 3,76         | 0,25        | 0,33             |
| GASPETSA               | 3               | 4,39           | 1,36          |                  | 7,66           | 0,08         | 0,17         | 0,11         | 0,31         | 0,02        | 0,03             |
| <b>GUAYAQUIL</b>       | <b>167</b>      | <b>489,04</b>  | <b>151,52</b> | <b>512,00</b>    | <b>426,45</b>  | <b>4,65</b>  | <b>9,30</b>  | <b>6,20</b>  | <b>17,45</b> | <b>1,16</b> | <b>1,55</b>      |
| LOJA                   | 12              | 17,57          | 5,44          |                  | 30,64          | 0,33         | 0,67         | 0,45         | 1,25         | 0,08        | 0,11             |
| MANTA                  | 17              | 24,89          | 7,71          |                  | 43,41          | 0,47         | 0,95         | 0,63         | 1,78         | 0,12        | 0,16             |
| OSAYACU                | 10              | 14,64          | 4,54          | 512,00           | 25,54          | 0,28         | 0,56         | 0,37         | 1,04         | 0,07        | 0,09             |
| OYAMBARO               | 7               | 10,25          | 3,18          |                  | 17,87          | 0,19         | 0,39         | 0,26         | 0,73         | 0,05        | 0,06             |
| PASCUALES              | 27              | 39,53          | 12,25         |                  | 68,95          | 0,75         | 1,50         | 1,00         | 2,82         | 0,19        | 0,25             |
| PROPANERO              | 5               | 7,32           | 2,27          |                  | 12,77          | 0,14         | 0,28         | 0,19         | 0,52         | 0,03        | 0,05             |
| PUERTO AYORA           | 10              | 14,64          | 4,54          |                  | 25,54          | 0,28         | 0,56         | 0,37         | 1,04         | 0,07        | 0,09             |
| QUIJOS                 | 3               | 4,39           | 1,36          |                  | 7,66           | 0,08         | 0,17         | 0,11         | 0,31         | 0,02        | 0,03             |
| RIOBAMBA               | 3               | 4,39           | 1,36          |                  | 7,66           | 0,08         | 0,17         | 0,11         | 0,31         | 0,02        | 0,03             |
| SALITRAL               | 9               | 13,18          | 4,08          |                  | 22,98          | 0,25         | 0,50         | 0,33         | 0,94         | 0,06        | 0,08             |
| <b>SHUSHUFINDI SUC</b> | <b>4</b>        | <b>397,34</b>  | <b>30,30</b>  |                  | <b>10,21</b>   | <b>0,11</b>  | <b>0,22</b>  | <b>0,15</b>  | <b>0,42</b>  | <b>0,03</b> | <b>0,04</b>      |
| SHUSHUFINDI CAB        | 3               | 4,39           | 1,36          |                  | 7,66           | 0,08         | 0,17         | 0,11         | 0,31         | 0,02        | 0,03             |
| STO DOMINGO            | 23              | 33,68          | 10,43         | 512,00           | 58,73          | 0,64         | 1,28         | 0,85         | 2,40         | 0,16        | 0,21             |
| SUC LIBERTAD           | 4               | 5,86           | 1,81          |                  | 10,21          | 0,11         | 0,22         | 0,15         | 0,42         | 0,03        | 0,04             |
| <b>TOTAL</b>           | <b>465</b>      | <b>1700,65</b> | <b>382,97</b> | <b>2560,00</b>   | <b>1187,41</b> | <b>12,95</b> | <b>25,91</b> | <b>17,27</b> | <b>48,58</b> | <b>3,24</b> | <b>4,32</b>      |

Tabla 3.13. Velocidades por Año por lugar remoto (Cuarto Año) (a)

| CUARTO AÑO             | TRÁFICO EN Kbps |             |              |             |              |              |               |                 |  |  |                | TOTAL POR LUGAR REMOTO |
|------------------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|--|--|----------------|------------------------|
|                        | LDAP            | Kerberos    | DHCP         | BITS        | CIFS         | RTP          | VoFR          | TRÁFICO DEFAULT |  |  |                |                        |
| 3 BOCAS                | 0,06            | 0,03        | 0,31         | 0,05        | 1,17         |              | 12,00         | 2,67            |  |  | 68,14          |                        |
| AEROPUERTO             | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,32         |              | 12,00         | 0,73            |  |  | 27,31          |                        |
| AMBATO                 | 0,03            | 0,01        | 0,17         | 0,03        | 0,64         |              | 12,00         | 27,06           |  |  | 580,22         |                        |
| BALTRA                 | 0,04            | 0,02        | 0,19         | 0,03        | 0,75         |              | 12,00         | 1,70            |  |  | 47,72          |                        |
| <b>BEATERIO</b>        | <b>0,30</b>     | <b>0,12</b> | <b>1,42</b>  | <b>0,24</b> | <b>5,45</b>  |              | <b>24,00</b>  | <b>60,57</b>    |  |  | <b>1296,02</b> |                        |
| CABECERA PCO           | 0,03            | 0,01        | 0,17         | 0,03        | 0,64         |              | 12,00         | 1,46            |  |  | 42,62          |                        |
| CHALPI                 | 0,02            | 0,01        | 0,11         | 0,02        | 0,43         | 8,00         | 12,00         | 1,37            |  |  | 40,81          |                        |
| CORAZÓN Y FAISANES     | 0,01            | 0,00        | 0,06         | 0,01        | 0,21         | 16,00        | 12,00         | 1,29            |  |  | 39,01          |                        |
| CUENCA                 | 0,05            | 0,02        | 0,22         | 0,04        | 0,85         |              | 12,00         | 1,94            |  |  | 52,83          |                        |
| ECUAFUEL PCO           | 0,04            | 0,02        | 0,19         | 0,03        | 0,75         |              | 12,00         | 1,70            |  |  | 47,72          |                        |
| ESMERALDAS CAB PCO     | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,32         |              | 12,00         | 0,73            |  |  | 27,31          |                        |
| ESMERALDAS SUCURSAL    | 0,04            | 0,02        | 0,19         | 0,03        | 0,75         |              | 24,00         | 1,70            |  |  | 59,72          |                        |
| FUEL OIL               | 0,04            | 0,02        | 0,19         | 0,03        | 0,75         |              | 12,00         | 1,70            |  |  | 47,72          |                        |
| GASOLINERA             | 0,21            | 0,08        | 1,00         | 0,17        | 3,84         |              | 12,00         | 8,75            |  |  | 195,72         |                        |
| GASPETSA               | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,32         |              | 12,00         | 0,73            |  |  | 27,31          |                        |
| <b>GUAYAQUIL</b>       | <b>0,97</b>     | <b>0,39</b> | <b>4,65</b>  | <b>0,78</b> | <b>17,83</b> |              | <b>24,00</b>  | <b>82,20</b>    |  |  | <b>1750,14</b> |                        |
| LOJA                   | 0,07            | 0,03        | 0,33         | 0,06        | 1,28         |              | 12,00         | 2,92            |  |  | 73,24          |                        |
| MANTA                  | 0,10            | 0,04        | 0,47         | 0,08        | 1,82         |              | 12,00         | 4,13            |  |  | 98,76          |                        |
| OSAYACU                | 0,06            | 0,02        | 0,28         | 0,05        | 1,07         | 25,00        | 12,00         | 29,28           |  |  | 626,88         |                        |
| OYAMBARO               | 0,04            | 0,02        | 0,19         | 0,03        | 0,75         | 8,00         | 12,00         | 2,10            |  |  | 56,12          |                        |
| PASCUALES              | 0,16            | 0,06        | 0,75         | 0,13        | 2,88         |              | 12,00         | 6,56            |  |  | 149,79         |                        |
| PROPANERO              | 0,03            | 0,01        | 0,14         | 0,02        | 0,53         |              | 12,00         | 1,22            |  |  | 37,52          |                        |
| PUERTO AYORA           | 0,06            | 0,02        | 0,28         | 0,05        | 1,07         |              | 12,00         | 2,43            |  |  | 63,03          |                        |
| QUIJOS                 | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,32         | 8,00         | 12,00         | 1,13            |  |  | 35,71          |                        |
| RIOBAMBA               | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,32         |              | 12,00         | 0,73            |  |  | 27,31          |                        |
| SALITRAL               | 0,05            | 0,02        | 0,25         | 0,04        | 0,96         |              | 12,00         | 2,19            |  |  | 57,93          |                        |
| <b>SHUSHUFINDI SUC</b> | <b>0,02</b>     | <b>0,01</b> | <b>0,11</b>  | <b>0,02</b> | <b>0,43</b>  |              | <b>24,00</b>  | <b>21,97</b>    |  |  | <b>485,39</b>  |                        |
| SHUSHUFINDI CAB        | 0,02            | 0,01        | 0,08         | 0,01        | 0,32         |              | 12,00         | 0,73            |  |  | 27,31          |                        |
| STO DOMINGO            | 0,13            | 0,05        | 0,64         | 0,11        | 2,46         |              | 24,00         | 31,19           |  |  | 678,97         |                        |
| SUC LIBERTAD           | 0,02            | 0,01        | 0,11         | 0,02        | 0,43         |              | 24,00         | 0,97            |  |  | 44,41          |                        |
| <b>TOTAL</b>           | <b>2,70</b>     | <b>1,08</b> | <b>12,95</b> | <b>2,16</b> | <b>49,66</b> | <b>65,00</b> | <b>432,00</b> | <b>303,84</b>   |  |  | <b>6812,68</b> |                        |

Tabla 3.13. Velocidades por Año por lugar remoto (Cuarto Año) (b)

| QUINTO AÑO             |                | TRÁFICO EN Kbps |               |                  |                |              |              |              |              |             |                  |  |
|------------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|--|
| LAN REMOTA             | NÚMERO DE HOST | LOTUS           | SERVICIOS WEB | VIDEOCONFERENCIA | WEB            | CORREO       | VNC          | DNS          | NetBios IP   | SNMP        | Active Directory |  |
| 3 BOCAS                | 11             | 18,03           | 5,59          |                  | 28,63          | 0,31         | 0,62         | 0,42         | 1,17         | 0,08        | 0,10             |  |
| AEROPUERTO             | 3              | 4,92            | 1,52          |                  | 7,81           | 0,09         | 0,17         | 0,11         | 0,32         | 0,02        | 0,03             |  |
| AMBATO                 | 6              | 9,83            | 3,05          | 512,00           | 15,62          | 0,17         | 0,34         | 0,23         | 0,64         | 0,04        | 0,06             |  |
| BALTRA                 | 7              | 11,47           | 3,55          |                  | 18,22          | 0,20         | 0,40         | 0,27         | 0,75         | 0,05        | 0,07             |  |
| <b>BEATERIO</b>        | <b>51</b>      | <b>513,17</b>   | <b>101,76</b> | <b>512,00</b>    | <b>132,75</b>  | <b>1,45</b>  | <b>2,90</b>  | <b>1,93</b>  | <b>5,43</b>  | <b>0,36</b> | <b>0,48</b>      |  |
| CABECERA PCO           | 6              | 9,83            | 3,05          |                  | 15,62          | 0,17         | 0,34         | 0,23         | 0,64         | 0,04        | 0,06             |  |
| CHALPI                 | 4              | 6,56            | 2,03          |                  | 10,41          | 0,11         | 0,23         | 0,15         | 0,43         | 0,03        | 0,04             |  |
| CORAZÓN Y FAISANES     | 2              | 3,28            | 1,02          |                  | 5,21           | 0,06         | 0,11         | 0,08         | 0,21         | 0,01        | 0,02             |  |
| CUENCA                 | 8              | 13,11           | 4,06          |                  | 20,82          | 0,23         | 0,45         | 0,30         | 0,85         | 0,06        | 0,08             |  |
| ECUAFUEL PCO           | 7              | 11,47           | 3,55          |                  | 18,22          | 0,20         | 0,40         | 0,27         | 0,75         | 0,05        | 0,07             |  |
| ESMERALDAS CAB PCO     | 3              | 4,92            | 1,52          |                  | 7,81           | 0,09         | 0,17         | 0,11         | 0,32         | 0,02        | 0,03             |  |
| ESMERALDAS SUCURSAL    | 7              | 11,47           | 3,55          |                  | 18,22          | 0,20         | 0,40         | 0,27         | 0,75         | 0,05        | 0,07             |  |
| FUEL OIL               | 7              | 11,47           | 3,55          |                  | 18,22          | 0,20         | 0,40         | 0,27         | 0,75         | 0,05        | 0,07             |  |
| GASOLINERA             | 36             | 59,00           | 18,28         |                  | 93,70          | 1,02         | 2,04         | 1,36         | 3,83         | 0,26        | 0,34             |  |
| GASPETA                | 3              | 4,92            | 1,52          |                  | 7,81           | 0,09         | 0,17         | 0,11         | 0,32         | 0,02        | 0,03             |  |
| <b>GUAYAQUIL</b>       | <b>167</b>     | <b>547,38</b>   | <b>169,60</b> | <b>512,00</b>    | <b>434,68</b>  | <b>4,74</b>  | <b>9,48</b>  | <b>6,32</b>  | <b>17,78</b> | <b>1,19</b> | <b>1,58</b>      |  |
| LOJA                   | 12             | 19,67           | 6,09          |                  | 31,23          | 0,34         | 0,68         | 0,45         | 1,28         | 0,09        | 0,11             |  |
| MANTA                  | 17             | 27,86           | 8,63          |                  | 44,25          | 0,48         | 0,97         | 0,64         | 1,81         | 0,12        | 0,16             |  |
| OSAYACU                | 10             | 16,39           | 5,08          | 512,00           | 26,03          | 0,28         | 0,57         | 0,38         | 1,06         | 0,07        | 0,09             |  |
| OYAMBARO               | 7              | 11,47           | 3,55          |                  | 18,22          | 0,20         | 0,40         | 0,27         | 0,75         | 0,05        | 0,07             |  |
| PASCUALES              | 27             | 44,25           | 13,71         |                  | 70,28          | 0,77         | 1,53         | 1,02         | 2,87         | 0,19        | 0,26             |  |
| PROPANERO              | 5              | 8,19            | 2,54          |                  | 13,01          | 0,14         | 0,28         | 0,19         | 0,53         | 0,04        | 0,05             |  |
| PUERTO AYORA           | 10             | 16,39           | 5,08          |                  | 26,03          | 0,28         | 0,57         | 0,38         | 1,06         | 0,07        | 0,09             |  |
| QUIJOS                 | 3              | 4,92            | 1,52          |                  | 7,81           | 0,09         | 0,17         | 0,11         | 0,32         | 0,02        | 0,03             |  |
| RIOBAMBA               | 3              | 4,92            | 1,52          |                  | 7,81           | 0,09         | 0,17         | 0,11         | 0,32         | 0,02        | 0,03             |  |
| SALITRAL               | 9              | 14,75           | 4,57          |                  | 23,43          | 0,26         | 0,51         | 0,34         | 0,96         | 0,06        | 0,09             |  |
| <b>SHUSHUFINDI SUC</b> | <b>4</b>       | <b>444,75</b>   | <b>33,92</b>  |                  | <b>10,41</b>   | <b>0,11</b>  | <b>0,23</b>  | <b>0,15</b>  | <b>0,43</b>  | <b>0,03</b> | <b>0,04</b>      |  |
| SHUSHUFINDI CAB        | 3              | 4,92            | 1,52          |                  | 7,81           | 0,09         | 0,17         | 0,11         | 0,32         | 0,02        | 0,03             |  |
| STO DOMINGO            | 23             | 37,69           | 11,68         | 512,00           | 59,87          | 0,65         | 1,31         | 0,87         | 2,45         | 0,16        | 0,22             |  |
| SUC LIBERTAD           | 4              | 6,56            | 2,03          |                  | 10,41          | 0,11         | 0,23         | 0,15         | 0,43         | 0,03        | 0,04             |  |
| <b>TOTAL</b>           | <b>465</b>     | <b>1903,54</b>  | <b>428,66</b> | <b>2560,00</b>   | <b>1210,33</b> | <b>13,20</b> | <b>26,41</b> | <b>17,60</b> | <b>49,51</b> | <b>3,30</b> | <b>4,40</b>      |  |

Tabla 3.13. Velocidades por Año por lugar remoto (Quinto Año) (a)

| QUINTO AÑO             | TRÁFICO EN Kbps |             |              |             |              |              |               |                 |  |  |                | TOTAL POR LUGAR REMOTO |
|------------------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|--|--|----------------|------------------------|
|                        | LDAP            | Kerberos    | DHCP         | BITS        | CIFS         | RTP          | VoFR          | TRÁFICO DEFAULT |  |  |                |                        |
| 3 BOCAS                | 0,07            | 0,03        | 0,31         | 0,05        | 1,20         |              | 12,00         | 2,83            |  |  | 71,43          |                        |
| AEROPUERTO             | 0,02            | 0,01        | 0,09         | 0,01        | 0,33         |              | 12,00         | 0,77            |  |  | 28,21          |                        |
| AMBATO                 | 0,04            | 0,01        | 0,17         | 0,03        | 0,65         |              | 12,00         | 27,14           |  |  | 582,02         |                        |
| BALTRA                 | 0,04            | 0,02        | 0,20         | 0,03        | 0,76         |              | 12,00         | 1,80            |  |  | 49,82          |                        |
| <b>BEATERIO</b>        | <b>0,30</b>     | <b>0,12</b> | <b>1,45</b>  | <b>0,24</b> | <b>5,55</b>  |              | <b>24,00</b>  | <b>63,99</b>    |  |  | <b>1367,88</b> |                        |
| CABECERA PCO           | 0,04            | 0,01        | 0,17         | 0,03        | 0,65         |              | 12,00         | 1,54            |  |  | 44,42          |                        |
| CHALPI                 | 0,02            | 0,01        | 0,11         | 0,02        | 0,44         | 8,00         | 12,00         | 1,43            |  |  | 42,01          |                        |
| CORAZÓN Y FAISANES     | 0,01            | 0,00        | 0,06         | 0,01        | 0,22         | 16,00        | 12,00         | <b>1,31</b>     |  |  | <b>39,61</b>   |                        |
| CUENCA                 | 0,05            | 0,02        | 0,23         | 0,04        | 0,87         |              | 12,00         | 2,06            |  |  | 55,22          |                        |
| ECUAFUEL PCO           | 0,04            | 0,02        | 0,20         | 0,03        | 0,76         |              | 12,00         | 1,80            |  |  | 49,82          |                        |
| ESMERALDAS CAB PCO     | 0,02            | 0,01        | 0,09         | 0,01        | 0,33         |              | 12,00         | 0,77            |  |  | 28,21          |                        |
| ESMERALDAS SUCURSAL    | 0,04            | 0,02        | 0,20         | 0,03        | 0,76         |              | 24,00         | 1,80            |  |  | 61,82          |                        |
| FUEL OIL               | 0,04            | 0,02        | 0,20         | 0,03        | 0,76         |              | 12,00         | 1,80            |  |  | 49,82          |                        |
| GASOLINERA             | 0,21            | 0,09        | 1,02         | 0,17        | 3,92         |              | 12,00         | 9,26            |  |  | 206,51         |                        |
| GASPETSA               | 0,02            | 0,01        | 0,09         | 0,01        | 0,33         |              | 12,00         | 0,77            |  |  | 28,21          |                        |
| <b>GUAYAQUIL</b>       | <b>0,99</b>     | <b>0,40</b> | <b>4,74</b>  | <b>0,79</b> | <b>18,18</b> |              | <b>24,00</b>  | <b>86,49</b>    |  |  | <b>1840,33</b> |                        |
| LOJA                   | 0,07            | 0,03        | 0,34         | 0,06        | 1,31         |              | 12,00         | 3,09            |  |  | 76,84          |                        |
| MANTA                  | 0,10            | 0,04        | 0,48         | 0,08        | 1,85         |              | 12,00         | 4,37            |  |  | 103,85         |                        |
| OSAYACU                | 0,06            | 0,02        | 0,28         | 0,05        | 1,09         | 25,00        | 12,00         | 29,42           |  |  | 629,88         |                        |
| OYAMBARO               | 0,04            | 0,02        | 0,20         | 0,03        | 0,76         | 8,00         | 12,00         | 2,20            |  |  | 58,22          |                        |
| PASCUALES              | 0,16            | 0,06        | 0,77         | 0,13        | 2,94         |              | 12,00         | 6,95            |  |  | 157,88         |                        |
| PROPANERO              | 0,03            | 0,01        | 0,14         | 0,02        | 0,54         |              | 12,00         | 1,29            |  |  | 39,02          |                        |
| PUERTO AYORA           | 0,06            | 0,02        | 0,28         | 0,05        | 1,09         |              | 12,00         | 2,57            |  |  | 66,03          |                        |
| QUIJOS                 | 0,02            | 0,01        | 0,09         | 0,01        | 0,33         | 8,00         | 12,00         | 1,17            |  |  | 36,61          |                        |
| RIOBAMBA               | 0,02            | 0,01        | 0,09         | 0,01        | 0,33         |              | 12,00         | 0,77            |  |  | 28,21          |                        |
| SALITRAL               | 0,05            | 0,02        | 0,26         | 0,04        | 0,98         |              | 12,00         | 2,32            |  |  | 60,63          |                        |
| <b>SHUSHUFINDI SUC</b> | <b>0,02</b>     | <b>0,01</b> | <b>0,11</b>  | <b>0,02</b> | <b>0,44</b>  |              | <b>24,00</b>  | <b>24,53</b>    |  |  | <b>539,19</b>  |                        |
| SHUSHUFINDI CAB        | 0,02            | 0,01        | 0,09         | 0,01        | 0,33         |              | 12,00         | 0,77            |  |  | 28,21          |                        |
| STO DOMINGO            | 0,14            | 0,05        | 0,65         | 0,11        | 2,50         |              | 24,00         | 31,52           |  |  | 685,87         |                        |
| SUC LIBERTAD           | 0,02            | 0,01        | 0,11         | 0,02        | 0,44         |              | 24,00         | 1,03            |  |  | 45,61          |                        |
| <b>TOTAL</b>           | <b>2,75</b>     | <b>1,10</b> | <b>13,20</b> | <b>2,20</b> | <b>50,61</b> | <b>65,00</b> | <b>432,00</b> | <b>317,59</b>   |  |  | <b>7101,41</b> |                        |

Tabla 3.13. Velocidades por Año por lugar remoto (Quinto Año) (b)

### **3.3.1 TOPOLOGÍA DE LA RED.**

#### **3.3.1.1 Topología física**

A este nivel, se ubicaran nuevos enlaces redundantes, entre los puntos más importantes para fortalecer la disponibilidad en la estrella actual.

Además la nueva topología estrella de la red, incluye nuevos nodos Frame Relay, entre los que están los puntos a los que se llegaba a través de enlaces que manejaban el protocolo PPP, así como la eliminación de otros nodos, de tal manera de consolidar una estrella mejor definida y balanceada.

##### *3.3.1.1.1 Enlaces Redundantes*

Como se observa en la figura 2.3 la red de microonda de Petrocomercial actualmente conecta a todo el occidente a través del enlace Rocío - Pichincha - Guamaní - Atacazo, y a todo el oriente por el enlace Rocío - Pichincha - Guamaní - Condijua, - 3 Cruces - Reventador - Lumbaqui Alto - Shushufindi y a la región sur por el enlace Rocío - Pichincha - Pilisurco - Capadia - Cerro Azul. Estos tres enlaces son los que concentran los enlaces de sus respectivas regiones.

Para las tres regiones Occidente, Oriente y Sur, se consideran enlaces redundantes: Rocío - Esmeraldas, Rocío - Condijua y Rocío - Cerro Azul respectivamente, cuya finalidad es mantener operativa la red de la región correspondiente si hay problemas en alguno de los nodos de paso.

Adicionalmente se considerará un enlace arrendado Quito - Regional Guayaquil dado que entre estos dos puntos se ejecutan la mayor cantidad de transacciones financieras y es de vital importancia que éstas estén operativas siempre.

El cálculo de velocidades requeridas por estos enlaces se lo revisará en la sección 3.3.2.

#### 3.3.1.1.2 *Reemplazo de nodos*

Como se explicó el diseño de la red va a tener una topología en estrella para la capa enlace, por lo que se incluye como puntos de la red Frame Relay, aquellos a los que se llega a través de enlaces PPP, esta incorporación permitirá además de unificar la tecnología usada en esta capa, mantener una administración común en todos los equipos e implementar un único esquema de calidad de servicio.

#### 3.3.1.1.3 *Eliminación de nodos*

Del diseño actual se puede ver claramente que la red posee dos centros: uno en Pichincha con dos nodos Frame Relay que concentran los enlaces de oriente, occidente y sur y envían todos los enlaces hacia el otro centro en Rocío, ya que ahí se hace el enrutamiento de Capa 3, lo que obligaba a que todo el tráfico pase por Pichincha para llegar a Rocío y de Rocío regrese hacia los otros puntos. Dado que la idea es tener una estrella bien definida y un solo centro es importante para evitar una conmutación innecesaria en capa 2, se eliminará los nodos de Pichincha, y éste pasará a un punto donde se tienen enlaces microondas que se distribuyen para los distintos sitios.

#### 3.3.1.1.4 *Agregación de nodos*

Una vez unificada la red Frame Relay con la adición de los nodos PPP y definido un único centro en Rocío sobre el cual va a recaer la conmutación de capa 2 y el enrutamiento de capa 3, es necesario, pensar que este nodo así como los directamente conectados a él en la red Frame Relay deben tener un equipo que brinde las capacidades de soporte en caso de falla del principal, estos nodo son los mismos entre los que se considera enlaces redundantes con Rocío, y son:

Esmeraldas: Es el nodo FR directamente conectado a Rocío por occidente y que concentra las conexiones de la región.

Condijua: Es el nodo FR directamente conectado a Rocío por Oriente y concentra las conexiones provenientes de Shushufindi junto con otras entre ellas.



Cerro Azul: Éste tiene dos nodos FR, para soportar todas las conexiones provenientes de la Región sur, pero solo uno de ellos posee conexión con Rocío y es éste el que conmuta todas las tramas, en este caso es necesario que ambos equipos realicen conmutación y posean enlaces con Rocío.

El resto de puntos si se analiza su carga de CPU y función dentro de la organización no requieren una alta disponibilidad por lo que no se considera un equipo redundante en estos puntos.

### 3.3.1.2 Topología lógica

La topología lógica de capa 3 era básicamente una red pura en estrella, con enlaces punto a punto, el único cambio que se realizará es en el esquema de direccionamiento, para una mejor distribución.

Se tomará en cuenta cuatro sectores: regional norte, oriente, regional sur y región insular. Para incluir las estaciones a uno de los cuatro sectores, se tomó en cuenta a más de la ubicación de las mismas, aspectos administrativos de la empresa, con lo cual la división queda de la siguiente manera:

| Sector         | Estaciones                                                                                                              |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Regional Norte | Rocío, Aeropuerto, Oyambaro, Gasolinera, Chalpi, Beaterio, Ambato, Sto. Domingo, Esmeraldas, Cuenca, Riobamba, Faisanes |
| Oriente        | Condijua, Lumbaqui, Quijos, Osayacu, Shushufindi, Corazón                                                               |
| Regional Sur   | Cerro Azul, regional Gye, Fuel Oil, Salitral, 3 Bocas, Libertad, Loja, Pascuales, Ecuafuel, Cabecera PCO, Manta         |
| Región Insular | Baltra, Puerto Ayora                                                                                                    |

Tabla 3.14. Sectores de Direccionamiento

Se va a utilizar direcciones privadas clase B, ya que el número de *hosts* por red que permiten este tipo de redes es el idóneo para la empresa, divididas en diferentes segmentos para cada sector. Se toma en cuenta también segmentos

para los nodos de las filiales Petroindustrial y Petroecuador. Esta división se la puede ver en la tabla 3.15.

| Filial          | Red        |             |
|-----------------|------------|-------------|
|                 | LAN        | WAN         |
| Petrocomercial  | 172.20.0.0 | 172.20.36.0 |
| Petroecuador    | 172.19.0.0 | 172.20.37.0 |
| Petroproducción | 172.18.0.0 | 172.20.38.0 |
| Petroindustrial | 172.17.0.0 | 172.20.36.0 |

Tabla 3.15. Segmentos de red para Filiales

Para Petrocomercial se van a usar las redes 172.20.0.0 para la parte LAN y la red 172.20.36.0 para la WAN. El direccionamiento se lo puede observar en las tablas 3.16, 3.17, 3.18 y 3.19.

Además se considera apropiado mantener como método principal de direccionamiento rutas estáticas, de esta forma aunque pueda parecer un esquema complicado, el encaminador central de la red es el único que deberá tener las rutas necesarias para acceder a las redes LAN remotas, mientras que los encaminadores periféricos únicamente deben trabajar con una ruta por defecto hacia el encaminador central.

Este esquema va a permitir eliminar el que los encaminadores conozcan rutas innecesarias, ya que muchas veces direcciones de ambientes de prueba y desarrollo eran divulgadas a equipos que no tenían la necesidad de tenerlas.

| <b>Regional Norte</b> |             |                |              |               |                 |  |
|-----------------------|-------------|----------------|--------------|---------------|-----------------|--|
| <b>Nodo</b>           | <b>LAN</b>  |                |              | <b>WAN</b>    |                 |  |
|                       | <b>Red</b>  | <b>Máscara</b> | <b>Rocío</b> | <b>Remoto</b> | <b>Máscara</b>  |  |
| Rocío                 | 172.20.56.0 | 255.255.248.0  |              |               |                 |  |
| Aeropuerto            | 172.20.64.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.1  | 172.20.36.101 | 255.255.255.252 |  |
| Oyambaro              | 172.20.65.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.2  | 172.20.36.102 | 255.255.255.252 |  |
| Gasolinera            | 172.20.66.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.3  | 172.20.36.103 | 255.255.255.252 |  |
| Sto. Domingo          | 172.20.67.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.4  | 172.20.36.104 | 255.255.255.252 |  |
| Esmeraldas PCO        | 172.20.68.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.5  | 172.20.36.105 | 255.255.255.252 |  |
| Esmeraldas Cabecera   | 172.20.69.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.6  | 172.20.36.106 | 255.255.255.252 |  |
| Esmeraldas Sucursal   | 172.20.70.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.7  | 172.20.36.107 | 255.255.255.252 |  |
| Gaspetsa              | 172.20.71.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.8  | 172.20.36.108 | 255.255.255.252 |  |
| Chalpi                | 172.20.72.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.9  | 172.20.36.109 | 255.255.255.252 |  |
| Beaterio              | 172.20.73.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.10 | 172.20.36.110 | 255.255.255.252 |  |
| Ambato                | 172.20.74.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.11 | 172.20.36.111 | 255.255.255.252 |  |
| Cuenca                | 172.20.75.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.12 | 172.20.36.112 | 255.255.255.252 |  |
| Riobamba              | 172.20.76.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.13 | 172.20.36.113 | 255.255.255.252 |  |
| Faisanes              | 172.20.77.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.14 | 172.20.36.114 | 255.255.255.252 |  |
| Esmeraldas PIN        | 172.17.48.0 | 255.255.252.0  | 172.20.36.15 | 172.20.36.115 | 255.255.255.252 |  |
| PIN                   | 172.17.52.0 | 255.255.255.0  | 172.20.36.16 | 172.20.36.116 | 255.255.255.252 |  |

Tabla 3.16. Direccionamiento Regional Norte

| Oriente | Nodo                 | LAN          |               |              | WAN           |                 |  |
|---------|----------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------|--|
|         |                      | Red          | Máscara       | Rocío        | Remoto        | Máscara         |  |
|         | Condijua             | 172.20.100.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.41 | 172.20.36.141 | 255.255.255.252 |  |
|         | Osayacu              | 172.20.101.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.42 | 172.20.36.142 | 255.255.255.252 |  |
|         | Shushufindi Sucursal | 172.20.102.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.43 | 172.20.36.143 | 255.255.255.252 |  |
|         | Shushufindi Cabecera | 172.20.103.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.44 | 172.20.36.144 | 255.255.255.252 |  |
|         | Lumbaqui             | 172.20.104.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.45 | 172.20.36.145 | 255.255.255.252 |  |
|         | Quijos               | 172.20.105.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.46 | 172.20.36.146 | 255.255.255.252 |  |
|         | Corazón              | 172.20.107.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.47 | 172.20.36.147 | 255.255.255.252 |  |
|         | Shushufindi PIN      | 172.17.64.0  | 255.255.252.0 | 172.20.36.48 | 172.20.36.148 | 255.255.255.252 |  |

Tabla 3.17. Direccionamiento Región Oriente

| Región Insular | Nodo         | LAN           |                 |              | WAN           |                 |  |
|----------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------|--|
|                |              | Red           | Máscara         | Rocío        | Remoto        | Máscara         |  |
|                | Baltra       | 172.20.180.0  | 255.255.255.192 | 172.20.36.91 | 172.20.36.191 | 255.255.255.252 |  |
|                | Puerto Ayora | 172.20.180.64 | 255.255.255.192 | 172.20.36.92 | 172.20.36.192 | 255.255.255.252 |  |

Tabla 3.18. Direccionamiento Región Insular

| Regional Sur      | Nodo           | LAN             |               |               | WAN             |                 |  |
|-------------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|--|
|                   |                | Red             | Máscara       | Rocío         | Remoto          | Máscara         |  |
|                   |                | 172.20.130.0    | 255.255.255.0 | 172.20.36.61  | 172.20.36.161   | 255.255.255.252 |  |
| Cerro Azul A      | 172.20.130.0   | 255.255.255.0   | 172.20.36.61  | 172.20.36.161 | 255.255.255.252 |                 |  |
| Cerro Azul B      | 172.20.131.0   | 255.255.255.192 | 172.20.36.62  | 172.20.36.162 | 255.255.255.252 |                 |  |
| Propanero         | 172.20.131.64  | 255.255.255.192 | 172.20.36.63  | 172.20.36.163 | 255.255.255.252 |                 |  |
| Fueloil           | 172.20.131.128 | 255.255.255.192 | 172.20.36.64  | 172.20.36.164 | 255.255.255.252 |                 |  |
| Salitral          | 172.20.131.192 | 255.255.255.192 | 172.20.36.65  | 172.20.36.165 | 255.255.255.252 |                 |  |
| 3Bocas            | 172.20.132.0   | 255.255.255.192 | 172.20.36.66  | 172.20.36.166 | 255.255.255.252 |                 |  |
| Sucursal Libertad | 172.20.132.64  | 255.255.255.192 | 172.20.36.67  | 172.20.36.167 | 255.255.255.252 |                 |  |
| Pascuales         | 172.20.132.128 | 255.255.255.192 | 172.20.36.68  | 172.20.36.168 | 255.255.255.252 |                 |  |
| Ecuafuel          | 172.20.132.192 | 255.255.255.192 | 172.20.36.69  | 172.20.36.169 | 255.255.255.252 |                 |  |
| Cabecera PCO      | 172.20.133.0   | 255.255.255.192 | 172.20.36.70  | 172.20.36.170 | 255.255.255.252 |                 |  |
| Regional Gye      | 172.20.134.0   | 255.255.255.0   | 172.20.36.71  | 172.20.36.171 | 255.255.255.252 |                 |  |
| Loja              | 172.20.135.0   | 255.255.255.0   | 172.20.36.72  | 172.20.36.172 | 255.255.255.252 |                 |  |
| Manta             | 172.20.136.0   | 255.255.255.0   | 172.20.36.73  | 172.20.36.173 | 255.255.255.252 |                 |  |
| Cabecera PIN      | 172.17.72.0    | 255.255.255.0   | 172.20.36.74  | 172.20.36.174 | 255.255.255.252 |                 |  |

Tabla 3.19. Direccionamiento Regional Sur



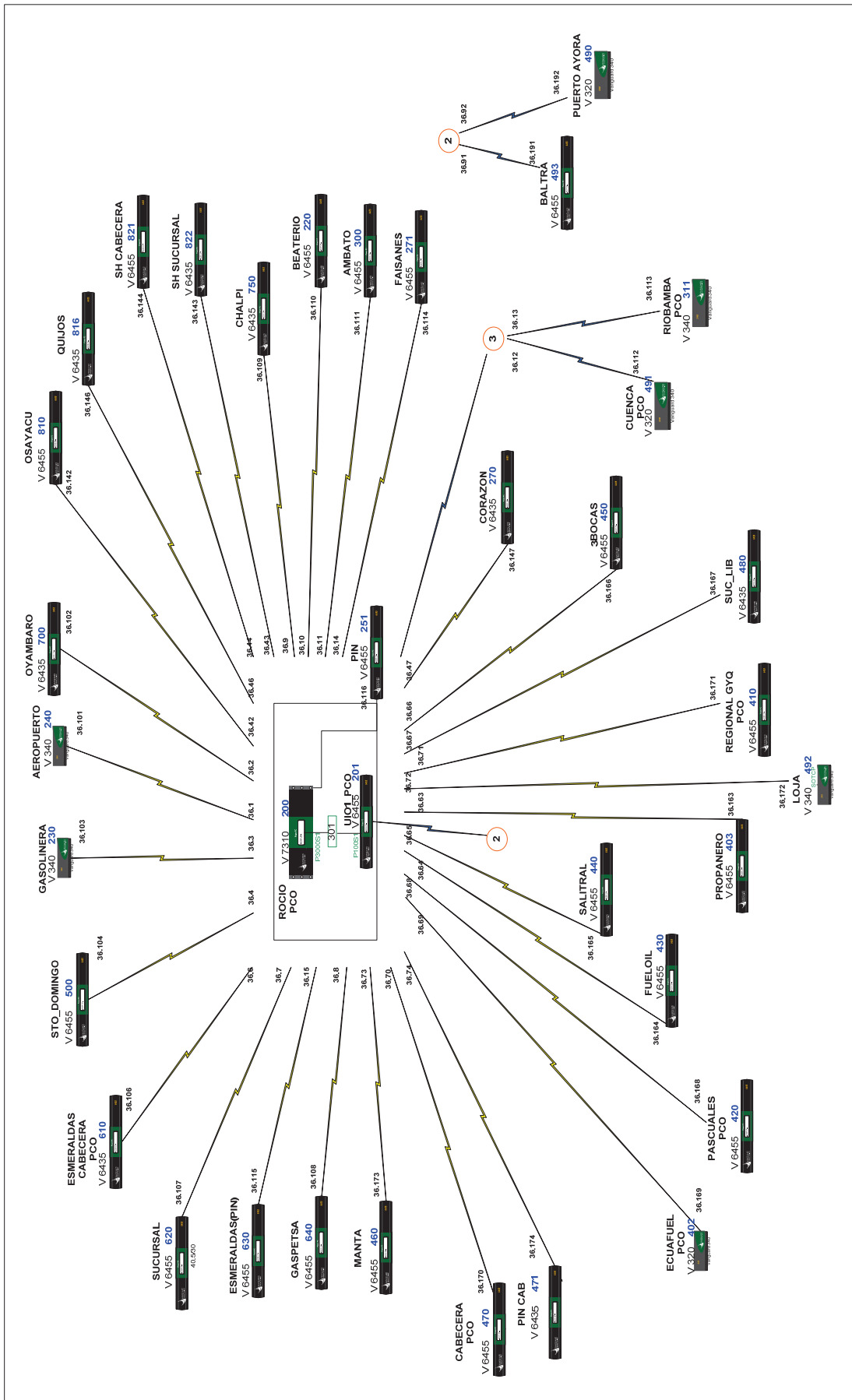


Figura 3.4. Red WAN diseño Frame Relay capa 3

### 3.3.1.3 Diagramas de la red

En las figuras 3.3 y 3.4 se encuentran las topologías de capa 2 y 3 para este diseño. En la primera se logra observar claramente una estrella extendida con centros en Esmeraldas, Shushufindi y Cerro Azul y todos estos unidos por un centro que es Rocío; además la figura 3.4 muestra la topología de capa 3 y que es una única estrella con centro en Rocío y sus extremos, en la misma se puede apreciar el direccionamiento propuesto en la sección anterior.

### 3.3.2 CÁLCULO DE ENLACES.

En la tabla 3.20 se muestran los cálculos de los enlaces para cada sitio remoto de la red. Esto se lo hace tomando en cuenta los datos de las velocidades obtenidas en la sección 3.2.3. Aquí se calcula la capacidad del enlace desde Rocío Hasta el lugar remoto o su respectivo nodo de paso.

Estas tablas además muestran las velocidades de cada enlace, y su crecimiento para los cinco años considerados en el proyecto. Las velocidades indicadas incluyen el encabezado hasta capa 3; por lo que se realiza únicamente el cálculo para la capa enlace, considerando la cabecera Frame Relay de 48 bits, dado que no se requiere mayor cantidad para los DLCIs, éste cálculo además supone el tamaño máximo de la parte de datos de la trama FR de 1024bytes y un típico de 512 bytes<sup>10</sup>.

Actual

| Enlace               | Tráfico Involucrado (Kbps) |        | Velocidad capa 3 (Kbps) | Velocidad capa 2 (Kbps) |
|----------------------|----------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|
|                      |                            |        |                         |                         |
| Rocío - Aeropuerto   | Aeropuerto                 | 22,59  | 22,59                   | 22,90                   |
| Rocío - Gasolinera   | Gasolinera                 | 139,02 | 139,02                  | 140,95                  |
| Rocío - Sto. Domingo | Sto. Domingo               | 105,15 | 105,15                  | 106,61                  |
| Rocío - Esmeraldas   | Gaspetsa                   | 22,59  | 93,87                   | 95,17                   |
|                      | Esmeraldas Cabecera PCO    | 22,59  |                         |                         |
|                      | Esmeraldas Sucursal        | 48,70  |                         |                         |
| Rocío - Oyambaro     | Oyambaro                   | 45,45  | 45,45                   | 46,08                   |

Tabla 3.20. Cálculo de Enlaces por Año por Lugar Remoto (Situación Actual) (a)

<sup>10</sup> De acuerdo al RFC 1490 el valor máximo de trama FR, es facultas del proveedor de servicio



|                             |                      |        |         |         |
|-----------------------------|----------------------|--------|---------|---------|
| Rocío - Condijua            | Quijos               | 22,59  | 293,50  | 297,57  |
|                             | Shushufindi Cabecera | 22,59  |         |         |
|                             | Shushufindi Sucursal | 183,55 |         |         |
|                             | Osayacu              | 64,78  |         |         |
| Condijua - Lumbaqui         | Quijos               | 22,59  | 228,72  | 231,89  |
|                             | Shushufindi Cabecera | 22,59  |         |         |
|                             | Shushufindi Sucursal | 183,55 |         |         |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | Shushufindi Cabecera | 22,59  | 206,13  | 208,99  |
|                             | Shushufindi Sucursal | 183,55 |         |         |
| Rocío - Chalpi              | Chalpi               | 26,11  | 26,11   | 26,48   |
| Rocío - Beaterio            | Beaterio             | 372,20 | 372,20  | 377,36  |
| Rocío - Ambato              | Ambato               | 33,17  | 33,17   | 33,63   |
| Rocío - Galápagos           | Baltra               | 36,70  | 83,98   | 85,15   |
|                             | Puerto Ayora         | 47,28  |         |         |
| Rocío - Cuenca              | Cuenca               | 40,23  | 40,23   | 40,78   |
| Rocío - Riobamba            | Riobamba             | 22,59  | 22,59   | 22,90   |
| Rocío - Cerro Azul          | Fuel Oil             | 36,70  | 1254,31 | 1271,70 |
|                             | 3 Bocas              | 50,81  |         |         |
|                             | Salitral             | 43,76  |         |         |
|                             | Regional GYE         | 751,83 |         |         |
|                             | Loja                 | 54,34  |         |         |
|                             | Sucursal Libertad    | 38,11  |         |         |
|                             | Pascuales PCO        | 107,27 |         |         |
|                             | Propanero            | 29,64  |         |         |
|                             | Manta                | 71,98  |         |         |
|                             | Cabecera PCO         | 33,17  |         |         |
|                             | Ecuafuel PCO         | 36,70  |         |         |
| Cerro Azul A - Fueleoil     | Fuel Oil             | 36,70  | 80,45   | 81,57   |
|                             | Salitral             | 43,76  |         |         |
| Cerro Azul A - 3 Bocas      | 3 Bocas              | 50,81  | 50,81   | 51,52   |
| Cerro Azul A - Pascuales    | Pascuales PCO        | 107,27 | 107,27  | 108,75  |
| Cerro Azul A - Regional GYE | Regional GYE         | 751,83 | 844,29  | 855,99  |
|                             | Loja                 | 54,34  |         |         |
|                             | Sucursal Libertad    | 38,11  |         |         |
| Cerro Azul B - Manta        | Manta                | 71,98  | 71,98   | 72,98   |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO | Cabecera PCO         | 33,17  | 33,17   | 33,63   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel     | Ecuafuel PCO         | 36,70  | 36,70   | 37,21   |

Tabla 3.20. Cálculo de Enlaces por Año por Lugar Remoto (Situación Actual) (b)

## Primer Año

| Enlace               | Tráfico Involucrado (Kbps) | Velocidad capa 3 (Kbps) | Velocidad capa 2 (Kbps) |
|----------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Rocío - Aeropuerto   | Aeropuerto                 | 23,21                   | 23,53                   |
| Rocío - Gasolinera   | Gasolinera                 | 146,54                  | 148,57                  |
| Rocío - Sto. Domingo | Sto. Domingo               | 109,96                  | 111,48                  |

Tabla 3.20. Cálculo de Enlaces por Año por Lugar Remoto (Primer Año) (a)

|                                       |                         |        |         |         |
|---------------------------------------|-------------------------|--------|---------|---------|
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>             | Gaspetsa                | 23,21  | 71,50   | 72,50   |
|                                       | Esmeraldas Cabecera PCO | 23,21  |         |         |
|                                       | Rocío - Esmeraldas 2    | 25,08  |         |         |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b>           | Esmeraldas Sucursal     | 50,16  | 73,37   | 74,39   |
|                                       | Rocío - Esmeraldas      | 23,21  |         |         |
| Rocío - Oyambaro                      | Oyambaro                | 46,56  | 46,56   | 47,21   |
| <b>Rocío - Condijua</b>               | Quijos                  | 31,61  | 314,54  | 318,90  |
|                                       | Shushufindi Cabecera    | 23,21  |         |         |
|                                       | Shushufindi Sucursal    | 221,91 |         |         |
|                                       | Rocío - Condijua 2      | 37,81  |         |         |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>             | Osayacu                 | 75,62  | 213,99  | 216,95  |
|                                       | Rocío - Condijua        | 138,37 |         |         |
| Condijua - Lumbaqui                   | Quijos                  | 31,61  | 276,73  | 280,57  |
|                                       | Shushufindi Cabecera    | 23,21  |         |         |
|                                       | Shushufindi Sucursal    | 221,91 |         |         |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN            | Shushufindi Cabecera    | 23,21  | 245,12  | 248,52  |
|                                       | Shushufindi Sucursal    | 221,91 |         |         |
| Rocío - Chalpi                        | Chalpi                  | 35,35  | 35,35   | 35,84   |
| Rocío - Beaterio                      | Beaterio                | 422,70 | 422,70  | 428,56  |
| Rocío - Ambato                        | Ambato                  | 34,42  | 34,42   | 34,90   |
| Rocío - Faisanes                      | Faisanes                | 36,27  | 36,27   | 36,78   |
| Rocío - Galápagos                     | Baltra                  | 38,16  | 87,53   | 88,75   |
|                                       | Puerto Ayora            | 49,37  |         |         |
| Rocío - Corazón                       | Corazón                 | 36,27  | 36,27   | 36,78   |
| Rocío - Cuenca                        | Cuenca                  | 41,90  | 41,90   | 42,48   |
| Rocío - Riobamba                      | Riobamba                | 23,21  | 23,21   | 23,53   |
| <b>Rocío - Cerro Azul A</b>           | Fuel Oil                | 38,16  | 1241,53 | 1258,74 |
|                                       | 3 Bocas                 | 53,11  |         |         |
|                                       | Salitral                | 45,64  |         |         |
|                                       | Regional GYE            | 815,86 |         |         |
|                                       | Loja                    | 56,85  |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad       | 38,95  |         |         |
|                                       | Pascuales PCO           | 112,91 |         |         |
|                                       | Propanero               | 30,69  |         |         |
|                                       | Rocío. Cerro Azul B     | 49,37  |         |         |
| <b>Rocío - Cerro Azul B</b>           | Manta                   | 75,53  | 545,50  | 553,07  |
|                                       | Cabecera PCO            | 34,42  |         |         |
|                                       | Ecuafuel PCO            | 38,16  |         |         |
|                                       | Rocío Cerro Azul A      | 397,39 |         |         |
| Cerro Azul A - Fueloil                | Fuel Oil                | 38,16  | 83,80   | 84,96   |
|                                       | Salitral                | 45,64  |         |         |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 3 Bocas                 | 53,11  | 53,11   | 53,85   |
| Cerro Azul A - Pascuales              | Pascuales PCO           | 112,91 | 112,91  | 114,47  |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | Regional GYE            | 815,86 | 911,66  | 924,30  |
|                                       | Loja                    | 56,85  |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad       | 38,95  |         |         |
| Cerro Azul A - Regional GYE Arrendado | Regional GYE            | 271,95 | 271,95  | 275,72  |
| Cerro Azul B - Manta                  | Manta                   | 75,53  | 75,53   | 76,58   |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | Cabecera PCO            | 34,42  | 34,42   | 34,90   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | Ecuafuel PCO            | 38,16  | 38,16   | 38,69   |

Tabla 3.20. Cálculo de Enlaces por Año por Lugar Remoto (Primer Año) (b)

## Segundo Año

| Enlace                      | Tráfico Involucrado (Kbps) |         | Velocidad capa 3 (Kbps) | Velocidad capa 2 (Kbps) |
|-----------------------------|----------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | Aeropuerto                 | 25,74   | 25,74                   | 26,10                   |
| Rocío - Gasolinera          | Gasolinera                 | 176,92  | 176,92                  | 179,37                  |
| Rocío - Sto. Domingo        | Sto. Domingo               | 666,96  | 666,96                  | 676,21                  |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | Gaspetsa                   | 25,74   | 79,52                   | 80,62                   |
|                             | Esmeraldas Cabecera PCO    | 25,74   |                         |                         |
|                             | Rocío - Esmeraldas 2       | 28,03   |                         |                         |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | Esmeraldas Sucursal        | 56,07   | 81,81                   | 82,94                   |
|                             | Rocío - Esmeraldas         | 25,74   |                         |                         |
| Rocío - Oyambaro            | Oyambaro                   | 52,47   | 52,47                   | 53,19                   |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | Quijos                     | 34,14   | 509,02                  | 516,08                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 25,74   |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 394,31  |                         |                         |
|                             | Rocío - Condijua 2         | 54,83   |                         |                         |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>   | Osayacu                    | 621,66  | 848,76                  | 860,52                  |
|                             | Rocío - Condijua           | 227,10  |                         |                         |
| Condijua - Lumbaqui         | Quijos                     | 34,14   | 454,19                  | 460,49                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 25,74   |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 394,31  |                         |                         |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | Shushufindi Cabecera       | 25,74   | 420,05                  | 425,87                  |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 394,31  |                         |                         |
| Rocío - Chalpi              | Chalpi                     | 38,72   | 38,72                   | 39,26                   |
| Rocío - Beaterio            | Beaterio                   | 1173,69 | 1173,69                 | 1189,96                 |
| Rocío - Ambato              | Ambato                     | 577,09  | 577,09                  | 585,09                  |
| Rocío - Faisanes            | Faisanes                   | 37,96   | 37,96                   | 38,49                   |
| Rocío - Galápagos           | Baltra                     | 44,07   | 101,88                  | 103,29                  |
|                             | Puerto Ayora               | 57,81   |                         |                         |
| Rocío - Corazón             | Corazón                    | 37,96   | 37,96                   | 38,49                   |
| Rocío - Cuenca              | Cuenca                     | 48,65   | 48,65                   | 49,32                   |
| Rocío - Riobamba            | Riobamba                   | 25,74   | 25,74                   | 26,10                   |
| <b>Rocío - Cerro Azul A</b> | Fuel Oil                   | 44,07   | 2092,43                 | 2121,44                 |
|                             | 3 Bocas                    | 62,39   |                         |                         |
|                             | Salitral                   | 53,23   |                         |                         |
|                             | Regional GYE               | 1595,05 |                         |                         |
|                             | Loja                       | 66,97   |                         |                         |
|                             | Sucursal Libertad          | 42,32   |                         |                         |
|                             | Pascuales PCO              | 135,69  |                         |                         |
|                             | Propanero                  | 34,90   |                         |                         |
|                             | Rocío. Cerro Azul B        | 57,81   |                         |                         |
| <b>Rocío - Cerro Azul B</b> | Manta                      | 89,88   | 680,97                  | 690,41                  |
|                             | Cabecera PCO               | 39,49   |                         |                         |
|                             | Ecuafuel PCO               | 44,07   |                         |                         |
|                             | Rocío Cerro Azul A         | 507,54  |                         |                         |

Tabla 3.20. Cálculo de Enlaces por Año por Lugar Remoto (Segundo Año) (a)

|                                       |                   |         |         |         |
|---------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|
| Cerro Azul A - Fueloil                | Fuel Oil          | 44,07   | 97,30   | 98,64   |
|                                       | Salitral          | 53,23   |         |         |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 3 Bocas           | 62,39   | 62,39   | 63,26   |
| Cerro Azul A - Pascuales              | Pascuales PCO     | 135,69  | 135,69  | 137,57  |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | Regional GYE      | 1595,05 | 1704,34 | 1727,97 |
|                                       | Loja              | 66,97   |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad | 42,32   |         |         |
| Cerro Azul A - Regional GYE Arrendado | Regional GYE      | 361,02  | 361,02  | 366,02  |
| Cerro Azul B - Manta                  | Manta             | 89,88   | 89,88   | 91,12   |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | Cabecera PCO      | 39,49   | 39,49   | 40,03   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | Ecuafuel PCO      | 44,07   | 44,07   | 44,68   |

Tabla 3.20. Cálculo de Enlaces por Año por Lugar Remoto (Segundo Año) (b)

## Tercer Año

| Enlace                      | Tráfico Involucrado (Kbps) |         | Velocidad capa 3 (Kbps) | Velocidad capa 2 (Kbps) |
|-----------------------------|----------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | Aeropuerto                 | 26,49   | 26,49                   | 26,86                   |
| Rocío - Gasolinera          | Gasolinera                 | 185,88  | 185,88                  | 188,46                  |
| Rocío - Sto. Domingo        | Sto. Domingo               | 672,69  | 672,69                  | 682,02                  |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | Gaspetsa                   | 26,49   | 81,89                   | 83,02                   |
|                             | Esmeraldas Cabecera PCO    | 26,49   |                         |                         |
|                             | Rocío - Esmeraldas 2       | 28,91   |                         |                         |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | Esmeraldas Sucursal        | 57,81   | 84,30                   | 85,47                   |
|                             | Rocío - Esmeraldas         | 26,49   |                         |                         |
| Rocío - Oyambaro            | Oyambaro                   | 54,21   | 54,21                   | 54,96                   |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | Quijos                     | 34,89   | 554,75                  | 562,44                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 26,49   |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 437,29  |                         |                         |
|                             | Rocío - Condijua 2         | 56,08   |                         |                         |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>   | Osayacu                    | 624,15  | 873,49                  | 885,60                  |
|                             | Rocío - Condijua           | 249,34  |                         |                         |
| Condijua - Lumbaqui         | Quijos                     | 34,89   | 498,67                  | 505,59                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 26,49   |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 437,29  |                         |                         |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | Shushufindi Cabecera       | 26,49   | 463,78                  | 470,21                  |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 437,29  |                         |                         |
| Rocío - Chalpi              | Chalpi                     | 39,72   | 39,72                   | 40,27                   |
| Rocío - Beaterio            | Beaterio                   | 1231,55 | 1231,55                 | 1248,62                 |
| Rocío - Ambato              | Ambato                     | 578,58  | 578,58                  | 586,60                  |
| Rocío - Faisanes            | Faisanes                   | 38,46   | 38,46                   | 38,99                   |
| Rocío - Galápagos           | Baltra                     | 45,81   | 106,11                  | 107,58                  |
|                             | Puerto Ayora               | 60,30   |                         |                         |
| Rocío - Corazón             | Corazón                    | 38,46   | 38,46                   | 38,99                   |

Tabla 3.20. Cálculo de Enlaces por Año por Lugar Remoto (Tercer Año) (a)

|                                       |                     |         |         |         |
|---------------------------------------|---------------------|---------|---------|---------|
| Rocío - Cuenca                        | Cuenca              | 50,64   | 50,64   | 51,34   |
| Rocío - Riobamba                      | Riobamba            | 26,49   | 26,49   | 26,86   |
| <b>Rocío - Cerro Azul A</b>           | Fuel Oil            | 45,81   | 2187,24 | 2217,56 |
|                                       | 3 Bocas             | 65,13   |         |         |
|                                       | Salitral            | 55,47   |         |         |
|                                       | Regional GYE        | 1668,68 |         |         |
|                                       | Loja                | 69,96   |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad   | 43,32   |         |         |
|                                       | Pascuales PCO       | 142,41  |         |         |
|                                       | Propanero           | 36,15   |         |         |
|                                       | Rocío. Cerro Azul B | 60,30   |         |         |
| <b>Rocío - Cerro Azul B</b>           | Manta               | 94,11   | 719,22  | 729,19  |
|                                       | Cabecera PCO        | 40,98   |         |         |
|                                       | Ecuafuel PCO        | 45,81   |         |         |
|                                       | Rocío Cerro Azul A  | 538,31  |         |         |
| Cerro Azul A - Fueloil                | Fuel Oil            | 45,81   | 101,28  | 102,69  |
|                                       | Salitral            | 55,47   |         |         |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 3 Bocas             | 65,13   | 65,13   | 66,03   |
| Cerro Azul A - Pascuales              | Pascuales PCO       | 142,41  | 142,41  | 144,39  |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | Regional GYE        | 1668,68 | 1781,96 | 1806,66 |
|                                       | Loja                | 69,96   |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad   | 43,32   |         |         |
| Cerro Azul A - Regional GYE Arrendado | Regional GYE        | 385,56  | 385,56  | 390,90  |
| Cerro Azul B - Manta                  | Manta               | 94,11   | 94,11   | 95,42   |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | Cabecera PCO        | 40,98   | 40,98   | 41,55   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | Ecuafuel PCO        | 45,81   | 45,81   | 46,45   |

Tabla 3.20. Cálculo de Enlaces por Año por Lugar Remoto (Tercer Año) (b)

## Cuarto Año

| Enlace                      | Tráfico Involucrado (Kbps) |        | Velocidad capa 3 (Kbps) | Velocidad capa 2 (Kbps) |
|-----------------------------|----------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|
|                             |                            |        |                         |                         |
| Rocío - Aeropuerto          | Aeropuerto                 | 27,31  | 27,31                   | 27,69                   |
| Rocío - Gasolinera          | Gasolinera                 | 195,72 | 195,72                  | 198,43                  |
| Rocío - Sto. Domingo        | Sto. Domingo               | 678,97 | 678,97                  | 688,39                  |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | Gaspetsa                   | 27,31  | 84,48                   | 85,65                   |
|                             | Esmeraldas Cabecera PCO    | 27,31  |                         |                         |
|                             | Rocío - Esmeraldas 2       | 29,86  |                         |                         |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | Esmeraldas Sucursal        | 59,72  | 87,03                   | 88,24                   |
|                             | Rocío - Esmeraldas         | 27,31  |                         |                         |
| Rocío - Oyambaro            | Oyambaro                   | 56,12  | 56,12                   | 56,90                   |

Tabla 3.20. Cálculo de Enlaces por Año por Lugar Remoto (Cuarto Año) (a)

|                                       |                      |         |         |         |
|---------------------------------------|----------------------|---------|---------|---------|
| <b>Rocío - Condijua</b>               | Quijos               | 35,71   | 605,85  | 614,25  |
|                                       | Shushufindi Cabecera | 27,31   |         |         |
|                                       | Shushufindi Sucursal | 485,39  |         |         |
|                                       | Rocío - Condijua 2   | 57,44   |         |         |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>             | Osayacu              | 626,88  | 901,09  | 913,58  |
|                                       | Rocío - Condijua     | 274,20  |         |         |
| Condijua - Lumbaqui                   | Quijos               | 35,71   | 548,41  | 556,01  |
|                                       | Shushufindi Cabecera | 27,31   |         |         |
|                                       | Shushufindi Sucursal | 485,39  |         |         |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN            | Shushufindi Cabecera | 27,31   | 512,70  | 519,80  |
|                                       | Shushufindi Sucursal | 485,39  |         |         |
| Rocío - Chalpi                        | Chalpi               | 40,81   | 40,81   | 41,38   |
| Rocío - Beaterio                      | Beaterio             | 1296,02 | 1296,02 | 1313,98 |
| Rocío - Ambato                        | Ambato               | 580,22  | 580,22  | 588,26  |
| Rocío - Faisanes                      | Faisanes             | 39,01   | 39,01   | 39,55   |
| Rocío - Galápagos                     | Baltra               | 47,72   | 110,76  | 112,29  |
|                                       | Puerto Ayora         | 63,03   |         |         |
| Rocío - Corazón                       | Corazón              | 39,01   | 39,01   | 39,55   |
| Rocío - Cuenca                        | Cuenca               | 52,83   | 52,83   | 53,56   |
| Rocío - Riobamba                      | Riobamba             | 27,31   | 27,31   | 27,69   |
| <b>Rocío - Cerro Azul A</b>           | Fuel Oil             | 47,72   | 2291,91 | 2323,68 |
|                                       | 3 Bocas              | 68,14   |         |         |
|                                       | Salitral             | 57,93   |         |         |
|                                       | Regional GYE         | 1750,14 |         |         |
|                                       | Loja                 | 73,24   |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad    | 44,41   |         |         |
|                                       | Pascuales PCO        | 149,79  |         |         |
|                                       | Propanero            | 37,52   |         |         |
| Rocío. Cerro Azul B                   | 63,03                |         |         |         |
| <b>Rocío - Cerro Azul B</b>           | Manta                | 98,76   | 761,39  | 771,94  |
|                                       | Cabecera PCO         | 42,62   |         |         |
|                                       | Ecuafuel PCO         | 47,72   |         |         |
|                                       | Rocío Cerro Azul A   | 572,29  |         |         |
| Cerro Azul A - Fueloil                | Fuel Oil             | 47,72   | 105,65  | 107,12  |
|                                       | Salitral             | 57,93   |         |         |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 3 Bocas              | 68,14   | 68,14   | 69,08   |
| Cerro Azul A - Pascuales              | Pascuales PCO        | 149,79  | 149,79  | 151,86  |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | Regional GYE         | 1750,14 | 1867,79 | 1893,68 |
|                                       | Loja                 | 73,24   |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad    | 44,41   |         |         |
| Cerro Azul A - Regional GYE Arrendado | Regional GYE         | 412,71  | 412,71  | 418,43  |
| Cerro Azul B - Manta                  | Manta                | 98,76   | 98,76   | 100,12  |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | Cabecera PCO         | 42,62   | 42,62   | 43,21   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | Ecuafuel PCO         | 47,72   | 47,72   | 48,38   |

Tabla 3.20. Cálculo de Enlaces por Año por Lugar Remoto (Cuarto Año) (b)

## Quinto Año

| Enlace                      | Tráfico Involucrado (Kbps) |         | Velocidad capa 3 (Kbps) | Velocidad capa 2 (Kbps) |
|-----------------------------|----------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | Aeropuerto                 | 28,21   | 28,21                   | 28,60                   |
| Rocío - Gasolinera          | Gasolinera                 | 206,51  | 206,51                  | 209,37                  |
| Rocío - Sto. Domingo        | Sto. Domingo               | 685,87  | 685,87                  | 695,38                  |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | Gaspetsa                   | 28,21   | 87,33                   | 88,54                   |
|                             | Esmeraldas Cabecera PCO    | 28,21   |                         |                         |
|                             | Rocío - Esmeraldas 2       | 30,91   |                         |                         |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | Esmeraldas Sucursal        | 61,82   | 90,03                   | 91,28                   |
|                             | Rocío - Esmeraldas         | 28,21   |                         |                         |
| Rocío - Oyambaro            | Oyambaro                   | 58,22   | 58,22                   | 59,03                   |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | Quijos                     | 36,61   | 662,95                  | 672,14                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 28,21   |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 539,19  |                         |                         |
|                             | Rocío - Condijua 2         | 58,94   |                         |                         |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>   | Osayacu                    | 629,88  | 931,89                  | 944,80                  |
|                             | Rocío - Condijua           | 302,01  |                         |                         |
| Condijua - Lumbaqui         | Quijos                     | 36,61   | 604,01                  | 612,39                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 28,21   |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 539,19  |                         |                         |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | Shushufindi Cabecera       | 28,21   | 567,40                  | 575,27                  |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 539,19  |                         |                         |
| Rocío - Chalpi              | Chalpi                     | 42,01   | 42,01                   | 42,59                   |
| Rocío - Beaterio            | Beaterio                   | 1367,88 | 1367,88                 | 1386,84                 |
| Rocío - Ambato              | Ambato                     | 582,02  | 582,02                  | 590,09                  |
| Rocío - Faisanes            | Faisanes                   | 39,61   | 39,61                   | 40,16                   |
| Rocío - Galápagos           | Baltra                     | 49,82   | 115,85                  | 117,46                  |
|                             | Puerto Ayora               | 66,03   |                         |                         |
| Rocío - Corazón             | Corazón                    | 39,61   | 39,61                   | 40,16                   |
| Rocío - Cuenca              | Cuenca                     | 55,22   | 55,22                   | 55,99                   |
| Rocío - Riobamba            | Riobamba                   | 28,21   | 28,21                   | 28,60                   |
| <b>Rocío - Cerro Azul A</b> | Fuel Oil                   | 49,82   | 2407,60                 | 2440,97                 |
|                             | 3 Bocas                    | 71,43   |                         |                         |
|                             | Salitral                   | 60,63   |                         |                         |
|                             | Regional GYE               | 1840,33 |                         |                         |
|                             | Loja                       | 76,84   |                         |                         |
|                             | Sucursal Libertad          | 45,61   |                         |                         |
|                             | Pascuales PCO              | 157,88  |                         |                         |
|                             | Propanero                  | 39,02   |                         |                         |
|                             | Rocío. Cerro Azul B        | 66,03   |                         |                         |
| <b>Rocío - Cerro Azul B</b> | Manta                      | 103,85  | 978,62                  | 992,18                  |
|                             | Cabecera PCO               | 44,42   |                         |                         |
|                             | Ecuafuel PCO               | 49,82   |                         |                         |
|                             | Rocío Cerro Azul A         | 780,52  |                         |                         |

Tabla 3.20. Cálculo de Enlaces por Año por Lugar Remoto (Quinto Año) (a)

|                                       |                   |         |         |         |
|---------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|
| Cerro Azul A - Fuegoil                | Fuel Oil          | 49,82   | 110,45  | 111,98  |
|                                       | Salitral          | 60,63   |         |         |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 3 Bocas           | 71,43   | 71,43   | 72,42   |
| Cerro Azul A - Pascuales              | Pascuales PCO     | 157,88  | 157,88  | 160,07  |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | Regional GYE      | 1840,33 | 1962,78 | 1989,99 |
|                                       | Loja              | 76,84   |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad | 45,61   |         |         |
| Cerro Azul A - Regional GYE Arrendado | Regional GYE      | 442,78  | 442,78  | 448,91  |
| Cerro Azul B - Manta                  | Manta             | 103,85  | 103,85  | 105,29  |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | Cabecera PCO      | 44,42   | 44,42   | 45,03   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | Ecuafuel PCO      | 49,82   | 49,82   | 50,51   |

Tabla 3.20. Cálculo de Enlaces por Año por Lugar Remoto (Quinto Año) (b)

Se ha considerado el tamaño de trama en 512 bytes incluyendo las cabeceras de fragmentación y la cabecera propia Frame Relay, lo que involucra un aumento en la velocidad del canal en un factor de 1,0138614, de acuerdo a los cálculos siguientes:

Tamaño total de la trama Frame Relay: 512 bytes

Tamaño del encabezado Frame Relay: 2 bytes

Tamaño del encabezado para fragmentación local: 1byte<sup>11</sup>

Tamaño de la carga útil: 505 bytes

Cola de la trama Frame Relay: 2bytes

Banderas: 2 bytes.

Relación Tamaño trama / Carga Útil = 1.0138614

Con este factor se calculó las velocidades de los enlaces incluyendo la sobrecarga de capa 2 como se puede ver en la tabla 3.20.

Para los demás puntos de la red se puede establecer las diferentes velocidades, teniendo una relación entre los usuarios de los puntos monitoreados y los usuarios de cada red, así como la demanda que tienen estos servicios.

<sup>11</sup> Según FRF.12



### 3.3.3 ESQUEMAS DE QoS.

Los esquemas que se incluyen en este diseño considerarán una calidad de servicio extremo a extremo y tratan de optimizar el uso del canal sin reservar previamente el recurso, además de permitir una fácil escalabilidad por lo que se va a utilizar el esquema Diffserv.

Los esquemas para cada servicio son desarrollados en un bien definido grupo de características en los nodos de la red; un servicio se forma secuencialmente a través de los siguientes pasos:

Clasificación de tráfico: Donde se identifica el tipo de tráfico del cual se trata.

Condicionamiento del tráfico: Esta función controla qué paquetes pueden continuar y a qué velocidad deben hacerlo.

Mapeo de QoS: Se marca el tipo de tráfico con el correspondiente nivel de servicio (comportamiento por salto).

Encolamiento: Esta función provee el buffer requerido para la implementación de los requerimientos de reenvío.

Programación: Esta función es donde se aplica la especificación del nivel de servicio marcado al tráfico.

En esta sección se determina la prioridad de los tipos de tráficos identificados dentro de la red, ya que la implementación varía de acuerdo al equipo que la vaya a proveer.

De acuerdo a los niveles de calidad de servicio se pueden distinguir cuatro tipos de niveles de QoS que se subdividen en subgrupos de acuerdo a la especificación de cada RFC. Los cuatro grupos principales son:

Mejor Esfuerzo (BE): no brinda calidad de servicio alguna.

Servicio Preferencial (CS): Servicio superior al de mejor esfuerzo y consta de siete niveles.

Reenvío expedito<sup>12</sup> (EF): Los paquetes son reenviados con una velocidad específica y con el menor retardo posible. En esta categoría se encuentran todas las aplicaciones de tiempo real.

Reenvío asegurado (AF)<sup>11</sup>: Como la categoría lo indica asegura el reenvío de estos paquetes es preferencial, de tal manera de asegurar su llegada al destino. Tiene 4 clases (AF1x – AF4x) con 3 niveles (AFx1 – AFx3) cada uno. Los paquetes clasificados en esta categoría tienen preferencia sobre los ubicados en el nivel preferencial.

Bajo esta consideración, y tomando en cuenta que tanto el tráfico de las aplicaciones críticas como el de las de tiempo real deben tener un trato preferencial será a éstas a las que se les aplicará un nivel de servicio apropiado utilizando los grupos de reenvío asegurado más importantes (clase 1 y 2) y reenvío expedito respectivamente, mientras que todo el otro tráfico va a ser incluido en las categorías de reenvío asegurado clase 3 y 4, mejor esfuerzo y servicio preferencial.

A continuación en la tabla 3.21 se muestra los grupos asignados a cada tipo de tráfico, de acuerdo a la prioridad de las aplicaciones.

| <b>Aplicaciones Actuales</b> | <b>Grupo de QoS</b> | <b>Motivo</b>                                                                                                                |
|------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Correo                       | AF4                 | Es importante, tolerante a retardos                                                                                          |
| Web                          | BE                  | No es importante para la empresa, maneja TCP, puede recuperarse de retardos                                                  |
| VNC                          | AF31                | Tráfico para accesos remotos, es importante que los refrescos se realicen lo más rápido posible, no muy tolerante a retardos |

Tabla 3.21. Grupos de QoS asignados a cada tráfico (a)

<sup>12</sup> RFC 2597

|                  |      |                                                                                                                  |
|------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DNS              | AF32 | Pertenece al grupo de servicios para administración de equipos, trato preferente al resto de aplicaciones        |
| NetBios IP       | BE   | Permite ver los recursos de la red, no es importante que tenga trato preferencial                                |
| SNMP             | AF33 | Es importante que los refrescos de monitoreo de la red se realicen sin mucho retardo, no es tolerante a retardos |
| Active Directory | AF32 | Pertenece al grupo de servicios para administración de equipos, trato preferente al resto de aplicaciones        |
| LDAP             | AF32 | Pertenece al grupo de servicios para administración de equipos, trato preferente al resto de aplicaciones        |
| Kerberos         | AF32 | Pertenece al grupo de servicios para administración de equipos, trato preferente al resto de aplicaciones        |
| DHCP             | AF32 | Pertenece al grupo de servicios para administración de equipos, trato preferente al resto de aplicaciones        |
| BITS             | BE   | Tráfico de actualizaciones de equipos                                                                            |
| CIFS             | BE   | Tráfico para compartir archivos, no amerita mayor importancia que el tráfico default                             |
| RTP              | EF   | Tráfico tiempo real                                                                                              |
| Tráfico default  | BE   | El tráfico restante que cursa por la red, en menor cantidad y el que no puede ser identificado                   |

| Aplicaciones Nuevas | Grupo de calidad de servicio | Motivo              |
|---------------------|------------------------------|---------------------|
| Videoconferencia    | EF                           | Tráfico tiempo real |

| Aplicaciones Críticas | Grupo de calidad de servicio | Motivo                                                                                                                                                                            |
|-----------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lotus                 | AF1                          | Sobre este tipo de tráfico se van a consolidar todas las aplicaciones más importantes de la empresa por lo que debe tener la mayor preferencia de todas                           |
| Telnets AS-400        | AF21                         | Mientras estén estas aplicaciones en operación, merecen una importancia alta                                                                                                      |
| Tráfico impresiones   | AF22                         | El tráfico de impresión mejorará significativamente, pero no es tan importante con las transacciones de negocio que generan los Telnets AS-400                                    |
| Servicios web         | AF2                          | Este tráfico reemplazará los tráficos de impresión y presentación de datos, cuando las aplicaciones AS-400 sean migradas a Lotus, por lo que su importancia debe ser menor a este |

Tabla 3.21. Grupos de QoS asignados a cada tipo de tráfico (b)

### 3.3.4 CÁLCULO DE PARÁMETROS PROPIOS DE LA TECNOLOGÍA.

Como se lo describió en la sección 1.1.1.5 (Parámetros de conexión Frame Relay), esta tecnología permite la definición de ciertos parámetros para controlar el ancho de banda usado en cada conexión.

Los encaminadores Vanguard permiten especificar el CIR, EIR y BC. Los enlaces de acceso que se manejan tienen la capacidad de un E1 o fraccionales de éste (E1/3)<sup>13</sup>

Tomando en cuenta los cálculos de los enlaces realizados en la sección 3.3.2 (Cálculo de Enlaces) se hizo el cálculo de estos parámetros como se puede ver en la tabla 3.22.

Actual

| Enlace                      | CIR (Kbps) | BC (Bits) | EIR (Kbps) | Velocidad de Acceso |
|-----------------------------|------------|-----------|------------|---------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | 22,90      | 22,90     | 4,58       | 27,48               |
| Rocío - Gasolinera          | 140,95     | 140,95    | 28,19      | 169,14              |
| Rocío - Sto. Domingo        | 106,61     | 106,61    | 21,32      | 127,93              |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | 95,17      | 95,17     | 19,03      | 114,20              |
| Rocío - Oyambaro            | 46,08      | 46,08     | 9,22       | 55,29               |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | 297,57     | 297,57    | 59,51      | 357,08              |
| Condijua - Lumbaqui         | 231,89     | 231,89    | 46,38      | 278,27              |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | 208,99     | 208,99    | 41,80      | 250,79              |
| Rocío - Chalpi              | 26,48      | 26,48     | 5,30       | 31,77               |
| Rocío - Beaterio            | 377,36     | 377,36    | 75,47      | 452,83              |
| Rocío - Ambato              | 33,63      | 33,63     | 6,73       | 40,36               |
| Rocío - Galápagos           | 85,15      | 85,15     | 17,03      | 102,18              |
| Rocío - Cuenca              | 40,78      | 40,78     | 8,16       | 48,94               |
| Rocío - Riobamba            | 22,90      | 22,90     | 4,58       | 27,48               |
| <b>Rocío - Cerro Azul a</b> | 1271,70    | 1271,70   | 254,34     | 1526,04             |
| Cerro Azul A - Fuel Oil     | 81,57      | 81,57     | 16,31      | 97,88               |
| Cerro Azul A - 3 Bocas      | 51,52      | 51,52     | 10,30      | 61,82               |
| Cerro Azul A - Pascuales    | 108,75     | 108,75    | 21,75      | 130,50              |
| Cerro Azul A - Regional GYE | 855,99     | 855,99    | 171,20     | 1027,19             |
| Cerro Azul B - Manta        | 72,98      | 72,98     | 14,60      | 87,58               |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO | 33,63      | 33,63     | 6,73       | 40,36               |
| Cerro Azul B - Ecuafuel     | 37,21      | 37,21     | 7,44       | 44,65               |

Tabla 3.22. Parámetros Frame Relay por Año (Situación Actual)

<sup>13</sup> De acuerdo a funcionalidad de tarjetas E1 fraccionales para ruteadores Vanguard

## Primer Año

| Enlace                                | CIR (Kbps) | BC (Bits) | EIR (Kbps) | Velocidad de Acceso |
|---------------------------------------|------------|-----------|------------|---------------------|
| Rocío - Aeropuerto                    | 23,53      | 23,53     | 4,71       | 28,24               |
| Rocío - Gasolinera                    | 148,57     | 148,57    | 29,71      | 178,29              |
| Rocío - Sto. Domingo                  | 111,48     | 111,48    | 22,30      | 133,78              |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>             | 72,50      | 72,50     | 14,50      | 86,99               |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b>           | 74,39      | 74,39     | 14,88      | 89,27               |
| Rocío - Oyambaro                      | 47,21      | 47,21     | 9,44       | 56,65               |
| <b>Rocío - Condijua</b>               | 318,90     | 318,90    | 63,78      | 382,68              |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>             | 216,95     | 216,95    | 43,39      | 260,35              |
| Condijua - Lumbaqui                   | 280,57     | 280,57    | 56,11      | 336,68              |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN            | 248,52     | 248,52    | 49,70      | 298,22              |
| Rocío - Chalpi                        | 35,84      | 35,84     | 7,17       | 43,01               |
| Rocío - Beaterio                      | 428,56     | 428,56    | 85,71      | 514,27              |
| Rocío - Ambato                        | 34,90      | 34,90     | 6,98       | 41,88               |
| Rocío - Faisanes                      | 36,78      | 36,78     | 7,36       | 44,13               |
| Rocío - Galápagos                     | 88,75      | 88,75     | 17,75      | 106,50              |
| Rocío - Corazón                       | 36,78      | 36,78     | 7,36       | 44,13               |
| Rocío - Cuenca                        | 42,48      | 42,48     | 8,50       | 50,97               |
| Rocío - Riobamba                      | 23,53      | 23,53     | 4,71       | 28,24               |
| <b>Rocío - Cerro Azul a</b>           | 1258,74    | 1258,74   | 251,75     | 1510,49             |
| <b>Rocío - Cerro Azul b</b>           | 553,07     | 553,07    | 110,61     | 663,68              |
| Cerro Azul A - Fuel Oil               | 84,96      | 84,96     | 16,99      | 101,95              |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 53,85      | 53,85     | 10,77      | 64,62               |
| Cerro Azul A - Pascuales              | 114,47     | 114,47    | 22,89      | 137,37              |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | 924,30     | 924,30    | 184,86     | 1109,15             |
| Cerro Azul A - Regional GYE arrendado | 275,72     | 275,72    | 55,14      | 330,87              |
| Cerro Azul B - Manta                  | 76,58      | 76,58     | 15,32      | 91,90               |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | 34,90      | 34,90     | 6,98       | 41,88               |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | 38,69      | 38,69     | 7,74       | 46,43               |

Tabla 3.22. Parámetros Frame Relay por Año (Primer Año)

## Segundo Año

| Enlace                      | CIR (Kbps) | BC (Bits) | EIR (Kbps) | Velocidad de Acceso |
|-----------------------------|------------|-----------|------------|---------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | 26,10      | 26,10     | 5,22       | 31,32               |
| Rocío - Gasolinera          | 179,37     | 179,37    | 35,87      | 215,24              |
| Rocío - Sto. Domingo        | 676,21     | 676,21    | 135,24     | 811,45              |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | 80,62      | 80,62     | 16,12      | 96,75               |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | 82,94      | 82,94     | 16,59      | 99,53               |
| Rocío - Oyambaro            | 53,19      | 53,19     | 10,64      | 63,83               |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | 516,08     | 516,08    | 103,22     | 619,29              |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>   | 860,52     | 860,52    | 172,10     | 1032,62             |

Tabla 3.22. Parámetros Frame Relay por Año (Segundo Año) (a)

|                                       |                |                |               |                |
|---------------------------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| Condijua - Lumbaqui                   | 460,49         | 460,49         | 92,10         | 552,58         |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN            | 425,87         | 425,87         | 85,17         | 511,04         |
| Rocío - Chalpi                        | 39,26          | 39,26          | 7,85          | 47,11          |
| Rocío - Beaterio                      | 1189,96        | 1189,96        | 237,99        | 1427,96        |
| Rocío - Ambato                        | 585,09         | 585,09         | 117,02        | 702,10         |
| Rocío - Faisanes                      | 38,49          | 38,49          | 7,70          | 46,19          |
| Rocío - Galápagos                     | 103,29         | 103,29         | 20,66         | 123,95         |
| Rocío - Corazón                       | 38,49          | 38,49          | 7,70          | 46,19          |
| Rocío - Cuenca                        | 49,32          | 49,32          | 9,86          | 59,19          |
| Rocío - Riobamba                      | 26,10          | 26,10          | 5,22          | 31,32          |
| <b>Rocío - Cerro Azul a</b>           | <b>2121,44</b> | <b>2121,44</b> | <b>424,29</b> | <b>2545,72</b> |
| <b>Rocío - Cerro Azul b</b>           | <b>690,41</b>  | <b>690,41</b>  | <b>138,08</b> | <b>828,49</b>  |
| Cerro Azul A - Fuel Oil               | 98,64          | 98,64          | 19,73         | 118,37         |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 63,26          | 63,26          | 12,65         | 75,91          |
| Cerro Azul A - Pascuales              | 137,57         | 137,57         | 27,51         | 165,08         |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | 1727,97        | 1727,97        | 345,59        | 2073,56        |
| Cerro Azul A - Regional GYE arrendado | 366,02         | 366,02         | 73,20         | 439,22         |
| Cerro Azul B - Manta                  | 91,12          | 91,12          | 18,22         | 109,35         |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | 40,03          | 40,03          | 8,01          | 48,04          |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | 44,68          | 44,68          | 8,94          | 53,61          |

Tabla 3.22. Parámetros Frame Relay por Año (Segundo Año) (b)

## Tercer Año

| Enlace                      | CIR (Kbps)     | BC (Bits)      | EIR (Kbps)    | Velocidad de Acceso |
|-----------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | 26,86          | 26,86          | 5,37          | 32,23               |
| Rocío - Gasolinera          | 188,46         | 188,46         | 37,69         | 226,15              |
| Rocío - Sto. Domingo        | 682,02         | 682,02         | 136,40        | 818,42              |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | <b>83,02</b>   | <b>83,02</b>   | <b>16,60</b>  | <b>99,63</b>        |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | <b>85,47</b>   | <b>85,47</b>   | <b>17,09</b>  | <b>102,56</b>       |
| Rocío - Oyambaro            | 54,96          | 54,96          | 10,99         | 65,95               |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | <b>562,44</b>  | <b>562,44</b>  | <b>112,49</b> | <b>674,93</b>       |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>   | <b>885,60</b>  | <b>885,60</b>  | <b>177,12</b> | <b>1062,72</b>      |
| Condijua - Lumbaqui         | 505,59         | 505,59         | 101,12        | 606,70              |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | 470,21         | 470,21         | 94,04         | 564,25              |
| Rocío - Chalpi              | 40,27          | 40,27          | 8,05          | 48,33               |
| Rocío - Beaterio            | 1248,62        | 1248,62        | 249,72        | 1498,35             |
| Rocío - Ambato              | 586,60         | 586,60         | 117,32        | 703,92              |
| Rocío - Faisanes            | 38,99          | 38,99          | 7,80          | 46,79               |
| Rocío - Galápagos           | 107,58         | 107,58         | 21,52         | 129,10              |
| Rocío - Corazón             | 38,99          | 38,99          | 7,80          | 46,79               |
| Rocío - Cuenca              | 51,34          | 51,34          | 10,27         | 61,61               |
| Rocío - Riobamba            | 26,86          | 26,86          | 5,37          | 32,23               |
| <b>Rocío - Cerro Azul a</b> | <b>2217,56</b> | <b>2217,56</b> | <b>443,51</b> | <b>2661,07</b>      |

Tabla 3.22. Parámetros Frame Relay por Año (Tercer Año) (a)

|                                       |         |         |        |         |
|---------------------------------------|---------|---------|--------|---------|
| <b>Rocío - Cerro Azul b</b>           | 729,19  | 729,19  | 145,84 | 875,02  |
| Cerro Azul A - Fuel Oil               | 102,69  | 102,69  | 20,54  | 123,22  |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 66,03   | 66,03   | 13,21  | 79,24   |
| Cerro Azul A - Pascuales              | 144,39  | 144,39  | 28,88  | 173,26  |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | 1806,66 | 1806,66 | 361,33 | 2167,99 |
| Cerro Azul A - Regional GYE arrendado | 390,90  | 390,90  | 78,18  | 469,08  |
| Cerro Azul B - Manta                  | 95,42   | 95,42   | 19,08  | 114,50  |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | 41,55   | 41,55   | 8,31   | 49,86   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | 46,45   | 46,45   | 9,29   | 55,74   |

Tabla 3.22. Parámetros Frame Relay por Año (Tercer Año) (b)

## Cuarto Año

| Enlace                                | CIR (Kbps) | BC (Bits) | EIR (Kbps) | Velocidad de Acceso |
|---------------------------------------|------------|-----------|------------|---------------------|
| Rocío - Aeropuerto                    | 27,69      | 27,69     | 5,54       | 33,23               |
| Rocío - Gasolinera                    | 198,43     | 198,43    | 39,69      | 238,12              |
| Rocío - Sto. Domingo                  | 688,39     | 688,39    | 137,68     | 826,06              |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>             | 85,65      | 85,65     | 17,13      | 102,78              |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b>           | 88,24      | 88,24     | 17,65      | 105,89              |
| Rocío - Oyambaro                      | 56,90      | 56,90     | 11,38      | 68,28               |
| <b>Rocío - Condijua</b>               | 614,25     | 614,25    | 122,85     | 737,09              |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>             | 913,58     | 913,58    | 182,72     | 1096,29             |
| Condijua - Lumbaqui                   | 556,01     | 556,01    | 111,20     | 667,21              |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN            | 519,80     | 519,80    | 103,96     | 623,76              |
| Rocío - Chalpi                        | 41,38      | 41,38     | 8,28       | 49,65               |
| Rocío - Beaterio                      | 1313,98    | 1313,98   | 262,80     | 1576,78             |
| Rocío - Ambato                        | 588,26     | 588,26    | 117,65     | 705,91              |
| Rocío - Faisanes                      | 39,55      | 39,55     | 7,91       | 47,46               |
| Rocío - Galápagos                     | 112,29     | 112,29    | 22,46      | 134,75              |
| Rocío - Corazón                       | 39,55      | 39,55     | 7,91       | 47,46               |
| Rocío - Cuenca                        | 53,56      | 53,56     | 10,71      | 64,27               |
| Rocío - Riobamba                      | 27,69      | 27,69     | 5,54       | 33,23               |
| <b>Rocío - Cerro Azul a</b>           | 2323,68    | 2323,68   | 464,74     | 2788,42             |
| <b>Rocío - Cerro Azul b</b>           | 771,94     | 771,94    | 154,39     | 926,33              |
| Cerro Azul A - Fuel Oil               | 107,12     | 107,12    | 21,42      | 128,54              |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 69,08      | 69,08     | 13,82      | 82,90               |
| Cerro Azul A - Pascuales              | 151,86     | 151,86    | 30,37      | 182,24              |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | 1893,68    | 1893,68   | 378,74     | 2272,41             |
| Cerro Azul A - Regional GYE arrendado | 418,43     | 418,43    | 83,69      | 502,12              |
| Cerro Azul B - Manta                  | 100,12     | 100,12    | 20,02      | 120,15              |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | 43,21      | 43,21     | 8,64       | 51,85               |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | 48,38      | 48,38     | 9,68       | 58,06               |

Tabla 3.22. Parámetros Frame Relay por Año (Cuarto Año)

## Quinto Año

| Enlace                                   | CIR<br>(Kbps) | BC<br>(Bits) | EIR<br>(Kbps) | Velocidad<br>de<br>Acceso |
|------------------------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------------------|
| Rocío - Aeropuerto                       | 28,60         | 28,60        | 5,72          | 34,32                     |
| Rocío - Gasolinera                       | 209,37        | 209,37       | 41,87         | 251,25                    |
| Rocío - Sto. Domingo                     | 695,38        | 695,38       | 139,08        | 834,45                    |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>                | 88,54         | 88,54        | 17,71         | 106,25                    |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b>              | 91,28         | 91,28        | 18,26         | 109,53                    |
| Rocío - Oyambaro                         | 59,03         | 59,03        | 11,81         | 70,83                     |
| <b>Rocío - Condijua</b>                  | 672,14        | 672,14       | 134,43        | 806,57                    |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>                | 944,80        | 944,80       | 188,96        | 1133,77                   |
| Condijua - Lumbaqui                      | 612,39        | 612,39       | 122,48        | 734,86                    |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN               | 575,27        | 575,27       | 115,05        | 690,32                    |
| Rocío - Chalpi                           | 42,59         | 42,59        | 8,52          | 51,11                     |
| Rocío - Beaterio                         | 1386,84       | 1386,84      | 277,37        | 1664,21                   |
| Rocío - Ambato                           | 590,09        | 590,09       | 118,02        | 708,10                    |
| Rocío - Faisanes                         | 40,16         | 40,16        | 8,03          | 48,19                     |
| Rocío - Galápagos                        | 117,46        | 117,46       | 23,49         | 140,95                    |
| Rocío - Corazón                          | 40,16         | 40,16        | 8,03          | 48,19                     |
| Rocío - Cuenca                           | 55,99         | 55,99        | 11,20         | 67,19                     |
| Rocío - Riobamba                         | 28,60         | 28,60        | 5,72          | 34,32                     |
| <b>Rocío - Cerro Azul a</b>              | 2440,97       | 2440,97      | 488,19        | 2929,16                   |
| <b>Rocío - Cerro Azul b</b>              | 992,18        | 992,18       | 198,44        | 1190,62                   |
| Cerro Azul A - Fuel Oil                  | 111,98        | 111,98       | 22,40         | 134,38                    |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                   | 72,42         | 72,42        | 14,48         | 86,91                     |
| Cerro Azul A - Pascuales                 | 160,07        | 160,07       | 32,01         | 192,09                    |
| Cerro Azul A - Regional GYE              | 1989,99       | 1989,99      | 398,00        | 2387,99                   |
| Cerro Azul A - Regional GYE<br>arrendado | 448,91        | 448,91       | 89,78         | 538,70                    |
| Cerro Azul B - Manta                     | 105,29        | 105,29       | 21,06         | 126,35                    |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO              | 45,03         | 45,03        | 9,01          | 54,04                     |
| Cerro Azul B - Ecuafuel                  | 50,51         | 50,51        | 10,10         | 60,61                     |

Tabla 3.22. Parámetros Frame Relay por Año (Quinto Año)

Para el cálculo del BC se toma un TC grande, 1 s, para que exista la posibilidad de transmitir picos de información en ciertos momentos y un EIR del 20% del CIR, con el fin de permitir un mejor aprovechamiento del canal y que los usuarios perciban esa mejora sin que fluctúe demasiado de la velocidad mínima calculada para evitar distorsiones en la percepción de los usuarios respecto al rendimiento de la red.

Para el caso del enlace Rocío - Cerro Azul, la velocidad para el CIR sobrepasa el del valor del canal del acceso (E1), por lo cual, en éste enlace se usará un E1



completo y mas otro E1 fraccional, por lo que se tendrá que distribuir los tráficos entre estos dos enlaces.

### **3.3.5 ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS EQUIPOS PARA SOPORTE DE LA TECNOLOGÍA.**

Para realizar el análisis técnico de los equipos, es conveniente examinar los requerimientos de los equipos en los distintos sitios, para lo que se tomará en cuenta los siguientes parámetros: soporte Frame Relay, capacidad de procesamiento de paquetes LAN - WAN, número de puertos WAN, número de puertos FXS, número de puertos LAN, soporte de Calidad de Servicio por Diffserv.

En la tabla 3.23 se incluyen las características, que se necesitan en los equipos de cada localidad, así también se especifica si los equipos que se encuentran actualmente instalados pueden soportar estas características, basándonos en las referencias técnicas que se resumen en el Anexo 8.1 (Detalles Técnicos Vanguard 6400).

Para la determinación de un estimado de la velocidad de procesamiento de paquetes, se realizó un cálculo basándose en la suma de velocidades de cada interfaz que maneje el encaminador con relación a tamaños mínimos, medios y máximos de trama Frame Relay a configurar.

En las secciones siguientes se analizará la actualización en hardware y software que se debe efectuar a los equipos existentes para que trabajen de acuerdo al diseño propuesto; y, de ser el caso, realizar una reubicación de los mismos para un mejor desempeño.

### **3.3.6 ACTUALIZACIÓN DE LOS EQUIPOS EXISTENTES.**

Los equipos actualmente instalados, cuentan con sus características de fábrica en lo referente a memoria RAM, Flash y tarjetas Ethernet las mismas que se indican en la tabla 3.24.

| Ubicación              | Velocidad total de enlaces maneja el encaminador | Rendimiento encaminador LAN-WAN primer año, paquete de 60 bytes <sup>14</sup> | Rendimiento encaminador LAN-WAN primer año, paquete de 500 bytes | Rendimiento encaminador LAN-WAN primer año, paquete de 1600 bytes | Puertos WAN E1/T1 | Puertos de voz FXS | Puertos LAN | Modelo del equipo actual | El equipo actual soporta los requerimientos | Razón                                                                      |
|------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|--------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Rocio                  | 8524,18                                          | 17758,71                                                                      | 2131,05                                                          | 665,95                                                            | 18                | 0                  | 3           | 6455                     | no                                          | Capacidad de procesamiento insuficiente, puertos WAN insuficientes         |
| Beaterio               | 1386,84                                          | 2889,25                                                                       | 346,71                                                           | 108,35                                                            | 1                 | 4                  | 1           | 6455                     | si                                          |                                                                            |
| Gasolinera             | 209,37                                           | 436,20                                                                        | 52,34                                                            | 16,36                                                             | 1                 | 2                  | 1           | 340                      | si                                          |                                                                            |
| Aeropuerto             | 28,60                                            | 59,58                                                                         | 7,15                                                             | 2,23                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 340                      | si                                          |                                                                            |
| Ambato                 | 590,09                                           | 1229,35                                                                       | 147,52                                                           | 46,10                                                             | 1                 | 2                  | 1           | 6455                     | si                                          | Rendimiento LAN-WAN dentro de la capacidad del equipo, puertos suficientes |
| Riobamba               | 28,60                                            | 59,58                                                                         | 7,15                                                             | 2,23                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 340E                     | si                                          |                                                                            |
| StoDomingo             | 695,38                                           | 1448,71                                                                       | 173,84                                                           | 54,33                                                             | 1                 | 4                  | 1           | 6455                     | si                                          |                                                                            |
| EsmeraldasPCO          | 88,54                                            | 184,46                                                                        | 22,14                                                            | 6,92                                                              | 3                 | 0                  | 1           | 6455                     | si                                          |                                                                            |
| <b>EsmeraldasPCO 2</b> | <b>91,28</b>                                     | <b>190,16</b>                                                                 | <b>22,82</b>                                                     | <b>7,13</b>                                                       | <b>3</b>          | <b>0</b>           | <b>1</b>    |                          |                                             | <b>Equipo a adquirirse</b>                                                 |
| EsmeraldasCab          | 28,21                                            | 58,77                                                                         | 7,05                                                             | 2,20                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 6435                     | si                                          |                                                                            |
| Esmeraldas Suc         | 61,82                                            | 128,80                                                                        | 15,46                                                            | 4,83                                                              | 2                 | 4                  | 1           | 6455                     | si                                          |                                                                            |
| Esmeraldas PIN         | 61,82                                            | 128,80                                                                        | 15,46                                                            | 4,83                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 6455                     | si                                          | Rendimiento LAN-WAN dentro de la capacidad del equipo, puertos suficientes |
| Oyambaro               | 58,22                                            | 121,30                                                                        | 14,56                                                            | 4,55                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 6435                     | si                                          |                                                                            |
| Condijua               | 672,14                                           | 1400,30                                                                       | 168,04                                                           | 52,51                                                             | 2                 | 0                  | 1           | 6435                     | si                                          |                                                                            |
| <b>Condijua 2</b>      | <b>944,80</b>                                    | <b>1968,34</b>                                                                | <b>236,20</b>                                                    | <b>73,81</b>                                                      | <b>2</b>          | <b>0</b>           | <b>1</b>    |                          | <b>si</b>                                   | <b>Equipo a adquirirse</b>                                                 |
| <b>Lumbaqui</b>        | <b>612,39</b>                                    | <b>1275,80</b>                                                                | <b>153,10</b>                                                    | <b>47,84</b>                                                      | <b>3</b>          | <b>0</b>           | <b>1</b>    |                          | <b>si</b>                                   | <b>Equipo a adquirirse</b>                                                 |
| Osayacu                | 629,88                                           | 1312,25                                                                       | 157,47                                                           | 49,21                                                             | 1                 | 2                  | 1           | 6435                     | si                                          |                                                                            |
| ShushufindiCab         | 28,21                                            | 58,77                                                                         | 7,05                                                             | 2,20                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 6455                     | si                                          |                                                                            |
| ShushufindiSuc         | 539,19                                           | 1123,32                                                                       | 134,80                                                           | 42,12                                                             | 1                 | 4                  | 1           | 6435                     | si                                          |                                                                            |
| ShushufindiPIN         | 575,27                                           | 1198,48                                                                       | 143,82                                                           | 44,94                                                             | 3                 | 2                  | 1           | 6455                     | si                                          |                                                                            |
| Gaspetsa               | 28,21                                            | 58,77                                                                         | 7,05                                                             | 2,20                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 6435                     | si                                          |                                                                            |
| Manta                  | 105,29                                           | 219,36                                                                        | 26,32                                                            | 8,23                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 6455                     | si                                          |                                                                            |
| Cabecera               | 44,42                                            | 92,54                                                                         | 11,10                                                            | 3,47                                                              | 2                 | 2                  | 1           | 6455                     | si                                          |                                                                            |

Tabla 3.23. Requerimientos de Equipos (a)

<sup>14</sup> Se considera tamaño de paquetes pequeños como por ejemplo voz, paquetes de tamaño medio (datos), tamaño máximo configurado (datos)

|                    |         |         |        |        |   |   |   |          |    |                                                                             |
|--------------------|---------|---------|--------|--------|---|---|---|----------|----|-----------------------------------------------------------------------------|
| CabeceraPIN        | 44,42   | 92,54   | 11,10  | 3,47   | 1 | 2 | 1 | 6435     | si | Rendimiento LAN-WAN dentro de la capacidad del equipo, puertos suficientes. |
| Salitral           | 60,63   | 126,31  | 15,16  | 4,74   | 1 | 2 | 1 | 6455     | si |                                                                             |
| Fuel Oil           | 111,98  | 233,29  | 28,00  | 8,75   | 2 | 2 | 1 | 6455     | si |                                                                             |
| 3 Bocas            | 72,42   | 150,88  | 18,11  | 5,66   | 1 | 2 | 1 | 6455     | si |                                                                             |
| Baltra             | 49,82   | 103,80  | 12,46  | 3,89   | 1 | 2 | 1 | 6455     | si |                                                                             |
| Puerto Ayora       | 66,03   | 137,56  | 16,51  | 5,16   | 1 | 2 | 1 | 340      | si |                                                                             |
| Cerro Azul A       | 2440,97 | 5085,35 | 610,24 | 190,70 | 7 | 0 | 1 | 6455     | si |                                                                             |
| Cerro Azul B       | 992,18  | 2067,04 | 248,05 | 77,51  | 5 | 0 | 1 | 6435     | si |                                                                             |
| Propanero          | 39,02   | 81,28   | 9,75   | 3,05   | 1 | 2 | 1 | 6455     | si |                                                                             |
| Sucursal Libertad  | 45,61   | 95,03   | 11,40  | 3,56   | 1 | 4 | 1 | 6435     | si |                                                                             |
| Pascuales          | 157,88  | 328,93  | 39,47  | 12,33  | 1 | 2 | 1 | 6455     | si |                                                                             |
| Ecuafuel           | 49,82   | 103,80  | 12,46  | 3,89   | 1 | 2 | 1 | 340      | si |                                                                             |
| Cuenca             | 55,22   | 115,05  | 13,81  | 4,31   | 1 | 2 | 1 | 340      | si |                                                                             |
| Regional Guayaquil | 1989,99 | 4145,81 | 497,50 | 155,47 | 4 | 4 | 1 | 6455     | si |                                                                             |
| Loja               | 76,84   | 160,08  | 19,21  | 6,00   | 1 | 2 | 1 | 6455     | si |                                                                             |
| Chalpi             | 42,59   | 88,74   | 10,65  | 3,33   | 1 | 2 | 1 | IBM 2210 | no |                                                                             |
| Quijos             | 36,61   | 76,27   | 9,15   | 2,86   | 1 | 2 | 1 | IBM 2210 | no |                                                                             |
| Faisanes           | 40,16   | 83,66   | 10,04  | 3,14   | 1 | 2 | 1 | IBM 2210 | no |                                                                             |
| Corazón            | 40,16   | 83,66   | 10,04  | 3,14   | 1 | 2 | 1 | IBM 2210 | no |                                                                             |

Tabla 3.23. Requerimientos de Equipos (b)

| Ubicación            | Nodo | Modelo | SDRAM        | Flash   |
|----------------------|------|--------|--------------|---------|
| Rocío                | 200  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Rocío IBM            |      | 2210   | 4MBytes DRAM | 2Mbytes |
| RocioPIN             | 250  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Rosania              | 251  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Pichincha A          | 210  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Pichincha B          | 211  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Beaterio             | 220  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Gasolinera           | 230  | 340    | 8MBytes      | 4MBytes |
| Aeropuerto           | 240  | 340    | 8MBytes      | 4MBytes |
| Ambato               | 300  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Riobamba             | 311  | 340E   | 16MBytes     | 8MBytes |
| StoDomingo           | 500  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| EsmeraldasPCO        | 600  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| EsmeraldasCab        | 610  | 6435   | 16MBytes     | 4MBytes |
| EsmeraldasSuc        | 620  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| EsmeraldasPIN        | 630  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Oyambaro             | 700  | 6435   | 8MBytes      | 4MBytes |
| Condijua             | 800  | 6435   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Osayacu              | 810  | 6435   | 16MBytes     | 4MBytes |
| ShushufindiCab       | 821  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| ShushufindiSuc       | 822  | 6435   | 16MBytes     | 4MBytes |
| ShushufindiPIN       | 820  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Gaspetsa             | 640  | 6435   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Manta                | 460  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Cabecera             | 470  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| CabeceraPIN          | 471  | 6435   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Salitral             | 440  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Fuel Oil             | 430  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| 3 Bocas              | 450  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Petroecuador 3 Bocas | 451  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Baltra               | 493  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Puerto Ayora         | 490  | 340    | 8MBytes      | 4MBytes |
| Cerro Azul A         | 400  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Cerro Azul B         | 401  | 6435   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Propanero            | 403  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Sucursal Libertad    | 480  | 6435   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Pascuales A          | 420  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Pascuales B          | 421  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Ecuafuel             | 402  | 340    | 8MBytes      | 4MBytes |
| Cuenca               | 491  | 340    | 8MBytes      | 4MBytes |
| Regional Guayaquil   | 410  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Loja                 | 492  | 6455   | 16MBytes     | 4MBytes |
| Chalpi               | IBM  | 2210   | 4MBytes DRAM | 2Mbytes |
| Quijos               | IBM  | 2210   | 4MBytes DRAM | 2Mbytes |
| Faisanes             | IBM  | 2210   | 4MBytes DRAM | 2Mbytes |
| Corazón              | IBM  | 2210   | 4MBytes DRAM | 2Mbytes |

Tabla 3.24. Características de Equipos instalados

La primera actualización a realizarse en los equipos es la tarjeta LAN Ethernet, ya que las que vienen de fábrica son 10 BaseT Half Duplex, y a pesar de que no es un cuello de botella, es causa de colisiones a la hora de interactuar con los switch de cada LAN, por lo que se las cambiará con tarjetas FastEthernet.

Ahora bien en vista de que se va a trabajar con esquemas de calidad de servicio, así como con todas las características habilitadas para Frame Relay y monitoreo del equipo, es necesario que el sistema operativo o también conocido como imagen, tenga instaladas todas estas características.

Para la instalación de estas características, es necesario que el equipo cuente con la mayor cantidad de memoria posible a partir de las versiones del sistema operativo 5.4, de acuerdo a las especificaciones del software generador de imágenes de Vanguard.

Tomando en cuenta esta recomendación, los equipos deben actualizar su memoria RAM a 32 MB y la memoria Flash a 8 MB.

- La nueva imagen de los equipos incluirán las siguientes características:
  - a) La plataforma de módulos mínima de cada equipo.
  - b) Los tipos de acceso a configuración del equipo: se incluye la interfaz de línea de comandos, telnet, http.
  - c) Servicio de monitoreo de equipo SNMP (MIBs propietarias).
  - d) Módulo para manejar las tarjetas FAX, FAO; EM. de 2 y 4 puertos.
  - e) Módulo de digitalización de voz (G.729A, G.723, G.711).
  - f) Voz sobre IP.
  - g) Ancho de banda bajo demanda.
  - h) Protocolo Frame Relay.
  - i) Interfaz de Acceso Frame Relay.
  - j) Protocolos de enrutamiento ISP y RIPA.
  - k) Calidad de Servicio (incluye Diffserv y esquema propietario Vanguard).

Todas las características necesarias para los equipos utilizan unos 5,5 MB aproximadamente.

A continuación se tratará la reubicación de los equipos dependiendo de la capacidad utilizada en cada equipo.

### **3.3.7 REUBICACIÓN DE LOS EQUIPOS EXISTENTES.**

El análisis para la reubicación de los equipos considerará los siguientes aspectos: ubicación dentro de la red, tamaño de la LAN conectada, ranuras de expansión disponibles y ocupadas, procesamiento en el equipo.

Para el análisis de reubicación se ha considerado como causa de la misma, que no haya la posibilidad de expansión de puertos, o que puede llegar a tener un procesamiento excesivo.

De acuerdo a estos aspectos los equipos que deben ser reubicados son:

Cerro Azul B por Propanero: Aunque los ruteadores de estos dos lugares pertenecen a la misma serie, el modelo 6455 ubicado en Propanero posee mayor capacidad de procesamiento por lo que es conveniente que este encaminador se intercambie con el 6435 de Cerro Azul B, ya que está como un nodo de paso, concentra más enlaces y por ende su procesamiento es mayor al de un nodo de frontera.

Condijua por Baltra: Condijua es un nodo de paso en el que recaen todas las conexiones de Oriente por lo que es conveniente que sea un equipo con igual o mejor procesamiento que los conectados a él, por lo que se lo cambiará con Baltra, que es un nodo extremo, al que se llega por un enlace arrendado, además de ser un punto al cual se encuentran conectadas muy pocas máquinas, por lo que su procesamiento es bajo.

#### **3.3.7.1 Reubicación de los equipos retirados.**

Con el diseño propuesto quedan libres cuatro encaminadores, dos del edificio El Rocío y dos de Pichincha, puesto que los dos primeros no tienen la capacidad de puertos necesaria ni la suficiente velocidad de procesamiento, mientras que los de

Pichincha, ya no van a tener ninguna función debido a que en este punto sólo se va a redirigir el tráfico a nivel de enlaces de radio.

Estos cuatro encaminadores libres serán ubicados en los sitios a los cuales se llegaba con los enlaces PPP que formaban la red de encaminadores IBM (Chalpi, Corazón, Faisanes y Quijos), de esta manera se integra a la red Frame Relay estos cuatro puntos. Estos encaminadores serán actualizados también en memoria y sistema operativo con el fin de que puedan manejar calidad de servicio.

### **3.3.8 UBICACIÓN DE LOS NUEVOS EQUIPOS.**

Los equipos que deben adquirirse para el diseño de la red WAN propuesto son los equipos redundantes para los puntos de Esmeraldas, Condijua, el nuevo punto de Lumbaqui para que concentre las conexiones de Quijos y Shushufindi, además de el equipo central para el edificio El Rocío; siendo ésta la adquisición más importante, dado que este equipo debe ser capaz de soportar todas las conexiones que llegan, encaminar todos los pedidos que llegan hacia él, así como los esquemas de calidad de servicio a aplicar, sin que esto involucre un gran esfuerzo para este equipo.

Para la adquisición de los equipos, se va a considerar los que ofrece Motorola Vanguard, para mantener homogeneidad en el sistema de administración, y facilidad a la hora de implementar las configuraciones.

#### **3.3.8.1 Selección de equipos para redundancia.<sup>15</sup>**

##### *3.3.8.1.1 Selección Equipos Condijua y Esmeraldas*

Los equipos redundantes para los puntos de Condijua y Esmeraldas, no van a ser simplemente un equipo de respaldo que funcionará sólo en caso de falla del otro equipo ubicado en el sitio, sino que se repartirán las conexiones entrantes y el procesamiento que ello involucra, la redundancia consiste en que en caso de

---

<sup>15</sup> Ver anexo 8.1 “ Datasheet Vanguard 6400”

inhibición de la interfaz que conecta hacia el punto central, todas estas conexiones serán re direccionadas hacia el otro equipo.

Bajo estas consideraciones, el procesamiento que cada equipo actualmente tiene disminuirá significativamente, lo que hará que las inhibiciones que sufrían estos equipos también disminuyan en mejora del rendimiento del equipo. Por tanto los equipos redundantes a adquirirse van a ser de las mismas características de los que se encuentran en esas localidades, esto es encaminadores Motorola Vanguard 6455.

Además de la consideración de procesamiento, principal razón por la cual se mantiene el mismo modelo de equipos, también está el hecho de que los equipos permiten un crecimiento en el uso de enlaces, en vista de que sólo se estarán utilizando dos de los tres puertos E1 que cada equipo permite.

#### *3.3.8.1.2 Selección del equipo de Lumbaqui.*

Como se explicó Lumbaqui concentrará las conexiones de Shushufindi y Quijos, con el fin de liberar de más procesamiento a los encaminadores de Condiuja.

El equipo de Lumbaqui por tanto debe ser un equipo de mediana escala, como lo son los de la familia Vanguard 6400. Por tener un mejor rendimiento y mayor escalabilidad, el equipo 6455, es el más adecuado para este sitio, ya que posee una ranura adicional de expansión que el modelo 6435, necesaria para este equipo que concentra varios enlaces lo que permitirá un soporte de un enlace adicional.<sup>16</sup>

#### *3.3.8.1.3 Selección del equipo central*

Para el equipo del centro de la estrella que forma la red WAN de Petrocomercial se pueden analizar dos alternativas.

---

<sup>16</sup> Ver el anexo 8 (Detalles Técnicos Vanguard) donde están las características y comparaciones de los encaminadores Vanguard.



#### 3.3.8.1.3.1 *Múltiples equipos*

Una opción sería ubicar múltiples equipos que distribuyan la carga de procesamiento de toda la red entre ellos para que no exista un continuo esfuerzo de cada uno de ellos en su normal funcionamiento; sin embargo, esto tendría los siguientes inconvenientes:

A pesar de que cada equipo solo manejaría una porción de todos los enlaces, cada equipo debería tener el esquema de calidad de servicio de toda la red, ya que cada lugar puede recibir tráfico destinado a cualquier otro punto y debe ser capaz de darle el tratamiento necesario.

Si se desearía que cada equipo tenga una capacidad de crecimiento mínima, debería asegurarse que tenga un puerto libre, lo que aumentaría el número de equipos necesarios.

Si bien se puede llegar a pensar, que el tener múltiples equipos en el centro, hará que nunca colapse toda red por falla en un punto del centro, esto requiere una conexión de malla completa entre todos los equipos del centro, lo que podría lograrse utilizando la característica SOTCP de los encaminadores Vanguard, pero esta solución sin embargo no está libre de múltiples fallas y errores de transmisión. De no utilizarse una configuración de malla completa, resta sólo una conexión en cascada, que hace más probable una falla de toda la red en caso de producirse un error en cualquiera de los equipos existentes. Por otro lado se tiene la solución de utilizar un único equipo.

#### 3.3.8.1.3.2 *Único equipo*

El utilizar un único equipo para que maneje todas las conexiones de los puntos remotos, involucra que:

- Tenga el suficiente número de puertos para soportar todas las conexiones y además tenga la capacidad de soportar un crecimiento de los mismos.

- Tenga una capacidad de procesamiento de paquetes, equivalente a la suma de todos los enlaces entrantes.
- Posea una capacidad de procesamiento alta, ya que en él se van a configurar: todas las rutas hacia los puntos remotos, las tablas de enrutamiento de voz y los esquemas de calidad de servicio.

Ahora bien al utilizar un único equipo, se corre el riesgo obvio de que el equipo deje de funcionar y se pierda la conectividad en toda la red WAN. Este riesgo puede ser disminuido de las siguientes formas:

- Si el equipo central tiene capacidad de procesamiento alta, para que no sea exigido demasiado de forma constante, principal causa de la inhibición de un equipo.
- Aplicando en el equipo solo configuraciones probadas, esto debido a que mucha de las veces por las que un equipo sufre de un alto procesamiento, es debido a configuraciones que provocan errores en el procesamiento.

Por lo anteriormente expuesto, la solución que se considera la más adecuada para el diseño de la red, es la utilización de un único equipo con la capacidad suficiente.

Dentro de los productos Motorola Vanguard se encuentra la familia de los 7300, cuyo diseño es pensado para ser los puntos de interconexión de varios sitios remotos, de los cuales el equipo más bajo de esta familia el Vanguard 7310<sup>17</sup> tiene las siguientes características:

Memoria RAM de 512 MB

Memoria Flash de 64 MB

32 interfaces seriales V.35, RS 232

20 puertos 10/100 FastEthernet

2 puertos Gigabit Ethernet

48 Puertos E1 para datos y optimizados para el manejo de voz

4 Puertos PRI ISDN

---

<sup>17</sup> Ver Anexo 8.2 Datasheet Vanguard 7310

Capacidad de procesamiento de paquetes LAN - WAN: 250 KPPS

Sistema operativo Vanguide 6.4.0.1A

Entrada de energía dual

Este equipo satisface de forma adecuada y suficiente las necesidades del punto central de la red y cumple los requerimientos de capacidad de procesamiento de la sección 3.3.5 (Análisis Técnico de Equipos para soporte de la Tecnología) dejando los suficientes puertos libres para permitir crecimiento, por lo que será el utilizado en este rediseño de la red, no cabe la utilización del modelo 7330, el otro miembro de la familia de los encaminadores 7300, ya que este modelo tiene 84 puertos E1 y 56 seriales, lo que haría que éste sea fuera subutilizado, por lo que no es utilizado en este diseño.

### **3.3.9 CONFIGURACIÓN MODELO DE LOS EQUIPOS ACTUALES Y NUEVOS DE ACUERDO AL DISEÑO.**

A continuación se explicará las configuraciones modelo para los encaminadores de la red de Petrocomercial. Se va a presentar las configuraciones para los nodos de paso, los nodos remotos y para el equipo central de la red; y, para cada uno de éstos se analizará su configuración básica: Frame Relay, VoFR, IP y QoS.

#### **3.3.9.1 Nodos Remotos**

Como modelo se va a configurar el ruteador en Beaterio, el cual es un punto también donde se piensa poner videoconferencia.

##### *3.3.9.1.1 Configuración Básica*

- **Nodo**

Aquí se especifica el nombre y número para identificación en la red de este tipo de nodos. El número de saltos para ruteo y voz se lo configura en 5.

- Interfaz T1/E1  
Igual en esta parte se configura cada conexión hacia otro ruteador, aquí se especifica: el tipo de interfaz (E1), el tipo de formato (fraccional o Canalizado), si es fraccional la asignación de slots de tiempo para cada división del E1 (ej. Para el puerto 7 se le asigna todos los slots 1-31), el valor de la impedancia (75 ohmios). Ver Anexo 7.3 (Configuración Nodo Remoto).

#### 3.3.9.1.2 Configuración Frame Relay

- Puertos  
Se configura el puerto LAN para la red del sitio, y los puertos seriales para las conexiones hacia otros ruteadores.
- Puertos Virtuales  
Se asocia un puerto virtual al puerto donde se tiene la tarjeta E1 para poder dividir el E1 si es necesario.
- Estaciones Frame Relay  
Aquí se hace que las conexiones que poseen estos equipos trabajen como estaciones FRI, para lo cual, se configuran como del tipo "BYPASS", el tipo de circuito virtual será PVC, se asigna un DLCI, y de acuerdo al tráfico que vaya a pasar por él se asigna un CIR adecuado en base a la sección 3.3.4 (Cálculo de parámetros propios de la tecnología). Ver Anexo 7.3 (Configuración Nodo Remoto).
- Tabla de Selección de Ruteo  
Especifica las rutas a nivel de estaciones Frame Relay hacia los nodos remotos que estén conectados a él (ej. 810, FRI-10S1) y por donde va a ir la información hacia el nodo central (ej. \*, FRI-7S1, que significa todo lo demás por el puerto FRI-7S1).

### 3.3.9.1.3 VoFR

Para los sitios que posean tarjetas FXS para conectar teléfonos, se debe configurar el puerto en el cual se instaló la tarjeta, se le asigna el número de puerto (ver sección 2.4.1.5.2 Tarjetas FXS y FXO), esto de acuerdo en que interfaz física del equipo se instaló la tarjeta, configuramos el tipo de puerto como “VOZ” y el tipo de interfaz como “FXS”

### 3.3.9.1.4 Configuración IP

- LAN Connections

Aquí se configura la interfaz del router para la conexión a nivel WAN. Se tiene que especificar también la forma en que el adaptador va a pasar el tráfico, para lo cual se ingresa “ROUT” en LAN Forwarder Type, se especifica el número de interfaz (para los equipos 6455 y 6435 se tiene el rango de 5 a 36). El tipo de encapsulamiento que se va a usar es CODEX. En los sitios remotos no es necesario ingresar el Mnemónico, solo en el equipo central.

- Estado de la interfaz

Para cada conexión que se hace, hay que habilitar el interfaz que se está usando.

- Direcciones LAN y WAN

En los interfaces 1 al 4 se configuran las redes LAN que se conectan a este equipo, y a partir del interfaz 5 son interfaces WAN para conexión con otros routers.

Como se tiene una estrella se deshabilita la opción de RIPA, ya que todo el enrutamiento solo realiza con rutas estáticas.

- Ruteo estático IP

En esta parte se especifica la ruta a nivel IP, especificando que todo el tráfico se vaya por el interfaz con el cual se encuentra conectado al nodo central.

### 3.3.9.1.5 Configuración para QoS

Los equipos Motorola Vanguard manejan lo que se llama QCL (*QoS Control List, Lista de Control de QoS*), esto provee una forma uniforme y consistente para configurar varias características de QoS en varias áreas de los ruteadores. Las características de QoS requeridas pueden ser almacenadas a través de un perfil QCL. A continuación se explica en breve los parámetros que se deben configurar:

- *IP MF Classifier Table, Tabla de Clasificación de tráfico IP*

Aquí se clasifican paquetes IP basándose en direcciones fuente o destino, números de protocolo y número de puertos TCP/UDP. Especificamos los tipos de tráfico a los cuales se van a aplicar parámetros de QoS.

- *IP Classifier, Traffic conditioner & QoS Profile, Clasificador IP, Condicionador de Tráfico y Perfil de QoS.*

Aquí se determina la clasificación, condicionamiento de tráfico y las acciones de QoS tomadas para los paquetes IP. Esto se lo puede hacer para los paquetes que ingresan y salen del ruteador.

Se tiene una entrada por cada tipo de tráfico que se desea clasificar. Se asocia la entrada con un tipo de tráfico definido en *IP Mf Classifier Table*, luego se especifica un *DSCP* con lo que se relaciona al tráfico con un PHB (BE, CSx, AFxx, EF) y luego dependiendo del condicionamiento de tráfico dado, se asignan límites de velocidades. El siguiente ejemplo explica lo anterior para las aplicaciones que corren en LOTUS.

Para LOTUS se especificó el PHB AF1, su configuración queda de la siguiente manera:

|                                           |                             |       |
|-------------------------------------------|-----------------------------|-------|
| 15 (esta entrada maneja tráfico de LOTUS) | Classifier Type: .....      | MF    |
|                                           | IP MF Classifier: .....     | 15    |
|                                           | DSCP: .....                 | 10    |
|                                           | Traffic Conditioning: ..... | TCM   |
|                                           | CR: .....                   | 513,2 |
|                                           | CB: .....                   | 64000 |
|                                           | PR: .....                   | 615,8 |
|                                           | PB: .....                   | 64000 |
|                                           | Yellow Color DSCP: .....    | 12    |
| Red Color DSCP: .....                     | 14                          |       |

Tabla 3.25. Clasificación de QoS

El tipo de tráfico es 15, de acuerdo a la tabla de clasificación de tráfico, el DSCP es 10 que es el que está asociado por default en los ruteadores para el PHB AF11, se da un condicionamiento de tráfico del tipo TCM, con lo cual se puede configurar una velocidad comprometida (CR), un Burst comprometido (CB), una velocidad pico (PR) y un Burst pico (PB). Así los paquetes que estén dentro de CR y CB son marcados como “verde (AF11)”, los paquetes que pasen estos parámetros pero estén dentro de PR y PB son marcados como “amarillo (AF12)” y los paquetes que se pasen de PR y PB son marcados como “rojos (AF13)”, dando de esta forma diferentes niveles de QoS.

- Perfil QCL

Una vez configurado todo lo anterior se procede a establecer el perfil para el QCL, el cual para el ejemplo queda de la siguiente forma:

| QCL PROFILE                         |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Entry                               | 1             |
| <b>App id:</b>                      | <b>LCON-1</b> |
| Ingress IP CITcQosMap Profile       | 0             |
| <b>Egress IP CITcQosMap Profile</b> | <b>1</b>      |
| IP BA Remarker Profile              | 0             |
| IP BA PHB Mapper Profile            | 0             |
| IPX CITcQosMap Profile              | 0             |
| TB CITcQosMap Profile               | 0             |
| AT CITcQosMap Profile               | 0             |
| <b>Service Profile</b>              | <b>1</b>      |

Tabla 3.26. Perfil QCL

Con (App id: LCON-1 = 1) se asocia el perfil QCL a la conexión 1, que es con la que se conecta al nodo central, luego se asocia la clasificación de tráfico, el condicionamiento y las acciones de QoS al perfil 1 creado, y de igual manera para el perfil de servicio.

### 3.3.9.2 Nodo Central

#### 3.3.9.2.1 Configuración Básica

Aquí se configura lo referente al Nodo.

- **Nodo**  
se ingresa el nombre para el equipo y un número que lo identifica de los demás, también se configura el máximo número de saltos para ruteo y voz a 5 de acuerdo al nuevo diseño de la red. Ver Anexo 7.1 (Configuración Nodo Central “El Rocío”).

#### 3.3.9.2.2 Configuración Frame Relay

Aquí se configura los parámetros para cada puerto, y las estaciones FRI.

El ruteador Vanguard 7310 posee 48 puertos T1/E1, éstos pueden ser usados para transportar canales de voz o conexiones Frame Relay, pero para esto hay que asociar el puerto físico del equipo a uno virtual.

- **Puertos**  
Aquí se configura los puertos para: interfaz Ethernet (101, 103), canales de voz (201), conexiones E1 hacia lugares remotos (203 – 208 y 301 - 308), también se configura puertos virtuales para asignar 30 canales de voz al puerto 201 y para hacer que los puertos E1 trabajen como estaciones Frame Relay.
- **Estaciones Frame Relay**  
Aquí se configura la estación como del tipo “BYPASS”, con lo cual se tiene menor encabezado ya que con esto no se tiene ninguna señalización X.25



en capa 3 como es en el caso de “Annex G”, se especifica el tipo de circuito como PVC, se asigna un DLCI que va a tener significado local, de acuerdo a la sección 3.3.4 (Cálculo de parámetros propios de la tecnología) se configura el CIR y BC para cada circuito virtual, se habilita el control de congestión.

- Tabla de Selección de Ruteo

Aquí se especifica el camino por el cual se va a llegar a cada estación remota a nivel Frame Relay. Se especifica primero el destino (201), luego se ingresa la estación Frame Relay por la cual se puede llegar al mismo (fri-300s1), se pueden ingresar varias estaciones con diferente prioridad para llegar al mismo destino.

### 3.3.9.2.3 Configuración IP

En esta sección se configura lo referente a direcciones LAN y WAN para cada estación, además del ruteo a nivel IP para poder llegar a los destinos y una tabla de mnemónicos que permite al ruteador central reconocer a las estaciones remotas a través de un nombre que las identifica.

- LAN Connections

En esta parte se configura la interfaz del ruteador para la conexión a cada sitio a nivel WAN. Se tiene que especificar también la forma que el adaptador va a pasar el tráfico, para lo cual se ingresa “ROUT” en LAN Forwarder Type, se especifica el número de interfaz (para este equipo se tienen los interfaces del 51 – 100 para este tipo de conexiones). El tipo de encapsulamiento que se usa es CODEX y finalmente ingresamos el mnemónico del sitio remoto al cual llega la conexión.

- Estado de la interfaz

Para cada conexión LAN que se hace, hay que habilitar el interfaz que se está usando.

- Direcciones LAN y WAN

Aquí se configura las direcciones para cada lugar, especificando para cada uno un interfaz ya antes configurado en LAN Connections.

En el interfaz 1 se configura la red LAN que se conecta a este equipo, y a partir del interfaz 51 son interfaces WAN para conexión con los sitios remotos.

Como se tiene una estrella se deshabilita la opción de RIPA, ya que todo el enrutamiento se lo realiza con rutas estáticas.

- Ruteo estático IP

Aquí se configura el ruteo a nivel IP para alcanzar a los sitios remotos. Primero ingresamos la red a la cual se quiere llegar (Dirección IP, Máscara), luego la dirección del interfaz WAN del siguiente salto, o sea del destino al cual se va a llegar y finalmente el número de saltos existentes hasta el destino.

- Tabla de Mnemónicos

Esto se configura para tener una tabla con nombres de los lugares remotos para realizar llamadas a los mismos.

Aquí se especifica el Nombre de la estación (Ambato) y el número que la identifica (21094, 94 es la dirección del adaptador WAN del equipo). Así para todos los lugares.

#### 3.3.9.2.4 Configuración para QoS

En los equipos remotos se configuró parámetros de QoS para los paquetes que salen de los mismos, por lo cual estos paquetes que llegan al ruteador central ya van a tener aplicado QoS.

El tráfico que sale por la conexión LCON-1 y va hacia el sitio remoto (Beaterio) es clasificado configurando QoS (Clasificador de tráfico, condicionador y acciones de QoS) en el interfaz LAN del ruteador central que es de donde proviene el mismo.

Para esto también se tiene que configurar los tipos de tráfico provenientes de este interfaz.

Para cada conexión WAN se debe configurar un perfil QCL con un perfil de servicio de acuerdo a sus aplicaciones y anchos de banda requeridos, también se va a tener un perfil QCL para el tráfico del interfaz LAN del ruteador que es de donde proviene todo el tráfico de los servidores.

Como el nodo central tiene una conexión hacia una PBX, se tiene que clasificar el tráfico proveniente de la misma, para esto se debe clasificar el tráfico hacia cada sitio remoto donde haya teléfonos IP (en el ejemplo se muestra para el nodo en Chalpi) y también se debe configurar un perfil de clasificación de tráfico, condicionamiento y acciones de QoS en el cual va a tener una entrada para cada sitio asignando el PHB y un Ancho de Banda para cada uno. Ver Anexo 7.1 (Configuración Nodo Central “El Rocío”).

### **3.3.9.3 Nodos de Paso**

#### *3.3.9.3.1 Configuración Básica*

- **Nodo**

Igual que en el nodo central aquí se especifica el nombre y número para identificación en la red de este tipo de nodos. El número de saltos para ruteo y voz se lo deja en 5.

- **Interfaz T1/E1**

Dependiendo de las tarjetas para la conexión con los sitios remotos que se hayan instalado, en esta parte se configura cada una de éstas, aquí se especifica: el tipo de interfaz (E1), el tipo de formato (fraccional), la asignación de slots de tiempo para cada división del E1 (ej. Para el puerto 7 se le asigna todos los slots 1-31), el valor de la impedancia (75). Ver Anexo 7.2 (Configuración Nodo de Paso).

### 3.3.9.3.2 Configuración Frame Relay

- Puertos

Como estos nodos son de paso no poseen redes LANs conectadas a ellos, por lo cual solo se configura los puertos de las conexiones a los sitios remotos que les corresponda.

- Estaciones Frame Relay

Aquí se hace que las conexiones que poseen estos equipos trabajen como estaciones FRI, y al igual que el nodo central se las configura como del tipo "BYPASS", el tipo de circuito virtual será PVC, se asigna un DLCI, y de acuerdo al tráfico que vaya a pasar por él le asignamos un CIR adecuado. Ver Anexo 7.2 (Configuración Nodo de Paso).

- Tabla de Selección de Ruteo

Especificamos las rutas a nivel de estaciones Frame Relay hacia los nodos remotos que estén conectados a él (ej. 810, FRI-10S1) y por donde va a ir la información hacia el nodo central (ej. FRI-7S1, que significa todo lo demás por el puerto FRI-7S1).

### 3.3.10 PLAN DE MIGRACIÓN.

El plan para migración de la estructura actual de la red hacia el diseño propuesto, seguirá conceptos básicos de administración de tecnología propuesto en ITIL explicados en el capítulo de marco teórico.

#### 3.3.10.1 Administración de procesos para la migración

Para el plan de migración de todos los procesos correspondientes a la administración y servicio que especifica ITIL, se considerarán los siguientes:

Administración de configuraciones: encargada de tener todas las configuraciones, tanto en hardware y software, de los equipos de enrutamiento con los que se forma la red WAN de Petrocomercial. Esta base de información, se irá además

alimentando de las nuevas configuraciones con las que se irán cargando los equipos.

Administración de cambios y liberaciones: con el fin de que todos los cambios resultantes del diseño sean efectuados con el menor impacto posible se deberá probar cualquier nuevo elemento a instalarse o a configurarse en un ambiente de prueba.

Administración de incidentes y problemas: se deberá llevar una base que incluye todos los incidentes que ocurren para el cambio o actualización de un equipo, así como reportar cuál de estos incidentes ocasiona problemas y la respectiva solución, con el fin de facilitar la migración de los demás equipos en igual situación.

Administración de Disponibilidad: encargada de coordinar con el resto de las áreas de la Unidad de Sistemas y Telecomunicaciones, las fechas y las horas a cuales puede efectuarse un cambio, con el fin de minimizar el impacto del tiempo fuera de servicio del equipo.

### 3.3.10.2 Actividades de migración

En la tabla 3.27 están las actividades diseñadas para una migración de mínimo impacto. En la misma se puede observar que todas las actividades cumplen un ciclo de construcción de solución, pruebas, reporte de incidentes, implementación; con este mecanismo se disminuye el impacto sobre los usuarios de la red, minimizando los tiempos en los que la red no va estar disponible.

| <b>Actividad</b>                                                                         | <b>Administraciones encargadas</b>  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Base de configuraciones</b>                                                           | <b>Configuraciones e Incidentes</b> |
| Recolección de las configuraciones (hardware y software) de los equipos de enrutamiento. | Configuraciones                     |
| Creación de respaldos                                                                    | Configuraciones e Incidentes        |
| <b>Actualización del bootproom (Para manejar mayor memoria)</b>                          | <b>Todas</b>                        |
| Pruebas nuevo bootproom                                                                  | Cambios                             |
| Detalle de incidentes y problemas                                                        | Incidentes                          |
| Manual para actualización bootproom                                                      | Cambios e incidentes                |
| Manual de carga de configuraciones                                                       | Configuraciones y cambios           |

|                                                               |                              |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Manual para retroceso actualización bootprom en caso de falla | Configuraciones e Incidentes |
| Cambios en equipos periferia                                  | Cambios y disponibilidad     |
| Cambios en equipos intermedios                                | Cambios y disponibilidad     |
| Cambios en equipos central                                    | Cambios y disponibilidad     |
| <b>Actualización del sistema operativo</b>                    | <b>Todas</b>                 |
| Creación de las nuevas imágenes a ser cargadas                | Configuraciones y cambios    |
| Prueba de las nuevas imágenes                                 | Cambios y liberaciones       |
| Detalle de incidentes y problemas                             | Incidentes                   |
| Manual para actualización imagen                              | Cambios e incidentes         |
| Manual de carga de configuraciones                            | Configuraciones y cambios    |
| Manual para retroceso actualización bootprom en caso de falla | Configuraciones e Incidentes |
| Cambios en equipos periferia                                  | Cambios y disponibilidad     |
| Cambios en equipos intermedios                                | Cambios y disponibilidad     |
| Cambios en equipos central                                    | Cambios y disponibilidad     |
| <b>Reubicación de equipos</b>                                 | <b>Todas</b>                 |
| Migración de la configuración del equipo actual al nuevo      | Configuraciones              |
| Carga de las configuraciones correspondientes                 | Cambios e incidentes         |
| Reubicación física de equipos                                 | Cambios y disponibilidad     |
| <b>Ubicación de nuevos equipos remotos</b>                    | <b>Todas</b>                 |
| Preparación de la nueva configuración                         | Configuraciones              |
| Prueba de la nueva configuración                              | Cambios                      |
| Carga de las configuraciones correspondientes                 | Cambios e incidentes         |
| Ubicación física de equipos                                   | Cambios y disponibilidad     |

Tabla 3.27. Actividades de Migración (a)

|                                                                  |                              |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Actualización de la configuración encaminadores periferia</b> | <b>Todas</b>                 |
| Creación de las nuevas configuraciones                           | Configuraciones y cambios    |
| Prueba de las nuevas configuraciones                             | Cambios y liberaciones       |
| Detalle de incidentes y problemas                                | Incidentes                   |
| Manual de carga de configuraciones                               | Configuraciones y cambios    |
| Manual para retroceso actualización bootprom en caso de falla    | Configuraciones e Incidentes |
| Cambios en equipos periferia                                     | Cambios y disponibilidad     |
| <b>Actualización de la configuración encaminadores de paso</b>   | <b>Todas</b>                 |
| Creación de las nuevas configuraciones                           | Configuraciones y cambios    |
| Prueba de las nuevas configuraciones                             | Cambios y liberaciones       |
| Detalle de incidentes y problemas                                | Incidentes                   |
| Manual de carga de configuraciones                               | Configuraciones y cambios    |
| Manual para retroceso actualización bootprom en caso de falla    | Configuraciones e Incidentes |
| Cambios en equipos de paso                                       | Cambios y disponibilidad     |
| <b>Ubicación del nuevo equipo central</b>                        | <b>Todas</b>                 |
| Pruebas de funcionamiento básico del nuevo equipo                | Cambios                      |
| adaptación de configuración del equipo anterior al nuevo         | Configuraciones              |
| Pruebas de la configuración adaptada                             | Cambios y disponibilidad     |
| Ubicación física del equipo                                      | Cambios y disponibilidad     |
| Nueva configuración (optimización de enlaces)                    | Configuraciones              |

|                                                          |                                      |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Pruebas de la configuración                              | Cambios y disponibilidad, incidentes |
| Manual para cambio de cada enlace                        | Configuraciones, cambios, incidentes |
| Manual de retroceso de cambio                            | Configuraciones y cambio             |
| Cambios de configuración por enlace                      | Cambios y disponibilidad             |
| <b>implementación del esquema de calidad de servicio</b> | <b>Todas</b>                         |
| Creación de configuraciones                              | Configuraciones                      |
| Pruebas en ambiente de prueba                            | Cambios e incidentes                 |
| Pruebas en ambiente real                                 | Cambios, incidentes y disponibilidad |
| Correcciones                                             | Configuraciones y cambios            |
| <b>Liberación de la solución</b>                         | <b>Todas</b>                         |
| Reporte trabajos efectuados                              | Todas                                |
| Entrega de manuales                                      | Todas                                |

Tabla 3.27. Actividades de Migración (b)

En la figura 3.5 desarrollada con ms Project se puede observar un tiempo estimado de migración, comenzando en diciembre del presente año. El tiempo estimado que se considera para cada actividad, es resultado del análisis de la complejidad de la actividad, así como también la precedencia de las actividades involucradas.

### 3.4. DISEÑO APLICANDO MPLS.

El diseño que a continuación se propone utiliza la tecnología MPLS sobre Frame Relay en la capa de enlace de datos, con el fin de que no exista mayores variaciones tanto en capa enlace y red; y, donde MPLS actúa como una tecnología de integración de capacidades entre las dos capas.

#### 3.4.1 TOPOLOGÍA DE LA RED.

El diseño físico y lógico que se realizará con MPLS, concentrará todas las conexiones en el centro de la estrella, aprovechando que muchas de las transacciones tienen como punto terminal al centro de la misma; es decir mantendrá la misma topología física expuesta en el diseño Frame Relay (sección 3.3).

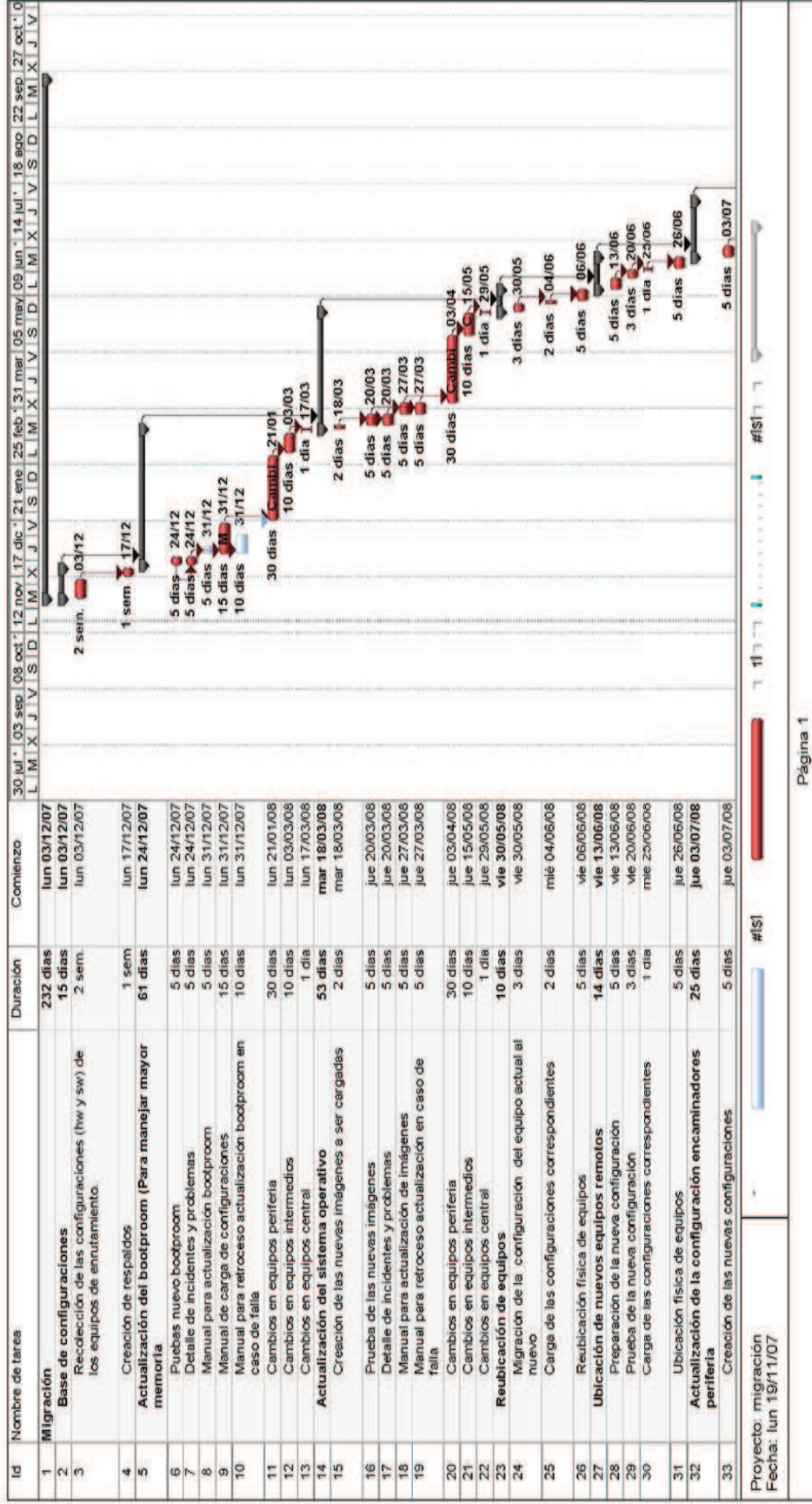


Figura 3.5. Tiempo Estimado de Migración (a)



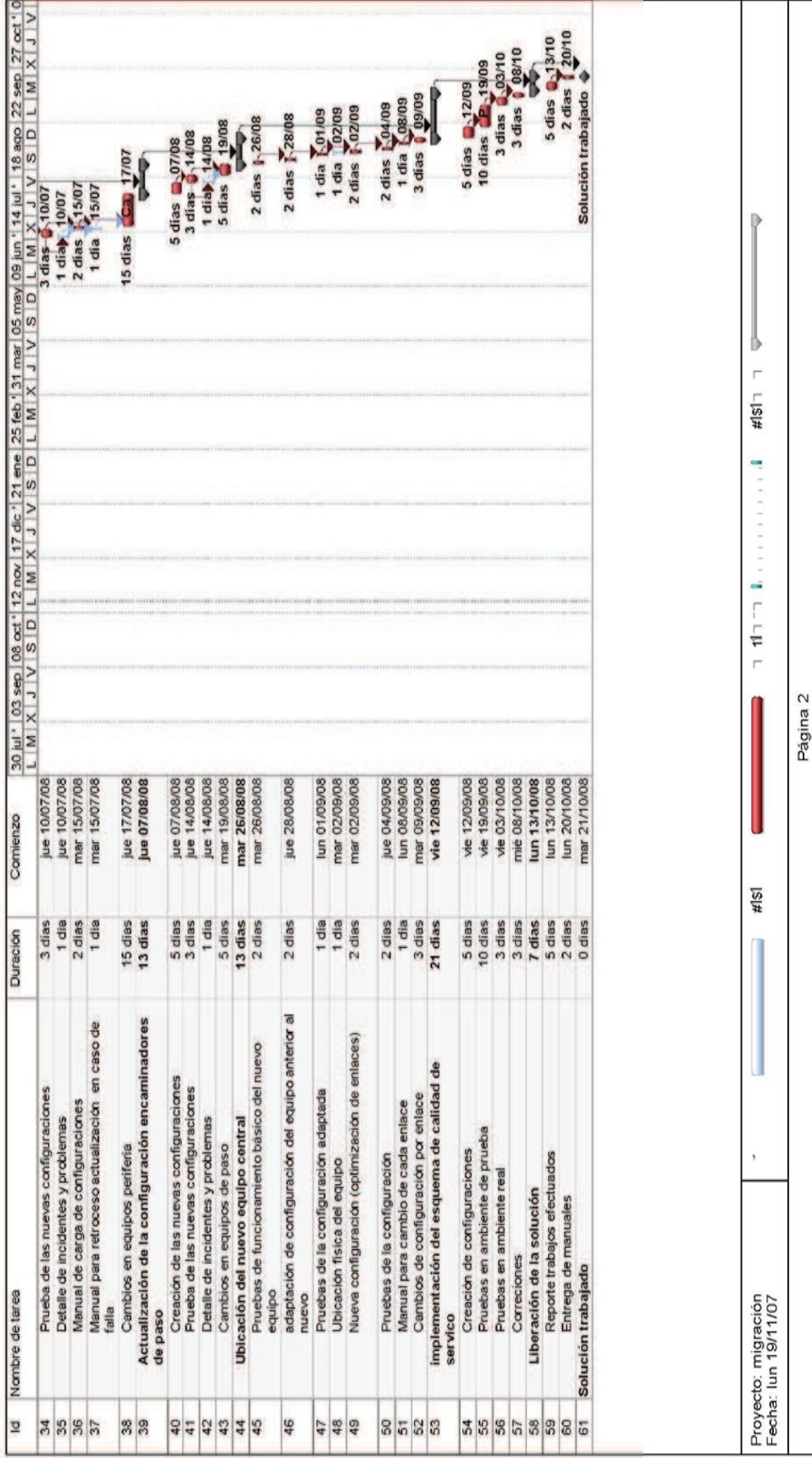


Figura 3.5. Tiempo Estimado de Migración (b)

La principal diferencia es que al utilizar MPLS se brindará QoS en cada nodo de paso y no solo en los dos nodos IP que involucraban la comunicación como se tenía en la solución Frame Relay.

#### **3.4.1.1 Topología física**

Para la topología física se utilizará la expuesta en el diseño Frame Relay, lo que involucra la misma redundancia tanto en equipos como en enlaces.

Es necesario señalar que la principal diferencia va a ser la utilización de múltiples PVCs en cada enlace, puesto que se podrá diferenciar el tipo de tráfico para esta capa sin necesidad de analizar la cabecera IP como hubiera sido necesario en el diseño anterior.

El cálculo de velocidades de estos PVCs se los realizará en la sección 3.4.2, así como el esquema para priorizar este tráfico es tratado en la sección 3.4.3.

#### **3.4.1.2 Topología lógica**

Con el fin de hacer uso de las ventajas que tiene MPLS para soportar calidad de servicio, se utilizará un esquema de direccionamiento que siga la topología Frame Relay presentada en el diseño anterior, es decir los nodos que en capa 2 eran nodos de paso, también lo serán en capa 3.

Este nuevo esquema muestra tres estrellas: Occidente con centro en Esmeraldas, Oriente con centro en Condijua, y la Región Sur con centro en Cerro Azul, como se puede ver en la figura 3.6.



### 3.4.1.2.1 Direccionamiento

Para el direccionamiento de esta nueva topología se usará la dirección de clase B 172.20.36.0 dividida en tres grupos para cada una de las estrellas, y para interconexión de éstas con Rocío se usará la dirección IP 172.20.32.0 que se liberó debido a la inclusión a la red de los sitios a los cuales se llegaba con encaminadores IBM.

La distribución de direcciones IP, están ordenadas de tal forma de poder mantener el uso de direcciones estáticas a través de direcciones resumen como se puede ver en la tabla 3.31. De este modo los encaminadores de paso y el central no aumentará significativamente el número de rutas estáticas que cada uno de ellos debe manejar.

La distribución del direccionamiento para estas regiones es el siguiente:

| Sector         | Estaciones                                                                                                       | WAN                                 | LAN                               |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Occidente      | Esmeraldas, Gaspetsa, Cabecera PCO, Sucursal Esmeraldas, Esmeraldas PIN                                          | 172.20.36.0<br>a<br>172.20.36.63    | 172.20.64.0<br>a<br>172.20.95.0   |
| Oriente        | Condijua, Lumbaqui, Quijos, Osayacu, Shushufindi                                                                 | 172.20.36.64<br>a<br>172.20.36.127  | 172.20.96.0<br>a<br>172.20.127.0  |
| Regional Sur   | Cerro Azul, regional Gye, Fuel Oil, Salitral, 3 Bocas, Libertad, Loja, Pascuales, Ecuafuel, Cabecera PCO, Manta  | 172.20.36.128<br>a<br>172.20.36.191 | 172.20.128.0<br>a<br>172.20.191.0 |
| Nodos Directos | Baltra, Puerto Ayora, Aeropuerto, Oyambaro, Gasolinera, Chalpi, Beaterio, Ambato, Sto. Domingo, Cuenca, Riobamba | 172.20.32.0<br>a<br>172.20.32.127   | 172.20.192.0<br>a<br>172.20.255.0 |

Tabla 3.28. Direccionamiento por Sectores

| Sector         |                      | Rango de Direcciones WAN     |
|----------------|----------------------|------------------------------|
| Nodo Central   | Centros de estrellas | 172.20.32.0 a 172.20.32.31   |
|                | Nodos Directos       | 172.20.32.64 a 172.20.32.95  |
| Nodos Extremos | Centros de estrellas | 172.20.32.32 a 172.20.32.63  |
|                | Nodos Directos       | 172.20.32.96 a 172.20.32.127 |

Tabla 3.29. Direccionamiento WAN para Nodo Central y Centros de Estrellas

| Sector              |              | Rango de Direcciones WAN      |
|---------------------|--------------|-------------------------------|
| Centros de estrella | Occidente    | 172.20.36.0 a 172.20.36.31    |
|                     | Oriente      | 172.20.36.64 a 172.20.36.95   |
|                     | Regional Sur | 172.20.36.128 a 172.20.36.159 |
| Puntos Extremos     | Occidente    | 172.20.36.32 a 172.20.36.63   |
|                     | Oriente      | 172.20.36.96 a 172.20.36.127  |
|                     | Regional Sur | 172.20.36.160 a 172.20.36.191 |

Tabla 3.30. Direccionamiento WAN para Estrellas y sus puntos extremos

| Sector       | Ruta resumida |                 |
|--------------|---------------|-----------------|
|              | Dirección IP  | Máscara         |
| Occidente    | 172.20.36.32  | 255.255.255.224 |
| Oriente      | 172.20.36.96  | 255.255.255.224 |
| Regional Sur | 172.20.36.160 | 255.255.255.224 |

Tabla 3.31. Direcciones resumidas por sectores

| Sector               | Rango de Direcciones LAN    | Ruta resumida |               |
|----------------------|-----------------------------|---------------|---------------|
|                      |                             | Dirección IP  | Máscara       |
| Occidente            | 172.20.64.0 a 172.20.95.0   | 172.20.64.0   | 255.255.224.0 |
| Oriente              | 172.20.96.0 a 172.20.127.0  | 172.20.96.0   | 255.255.224.0 |
| Regional Sur         | 172.20.128.0 a 172.20.191.0 | 172.20.128.0  | 255.255.192.0 |
| Centros de estrellas | 172.20.192.0 a 172.20.207.0 |               |               |
| Nodos Directos       | 172.20.208.0 a 172.20.255.0 |               |               |

Tabla 3.32. Direccionamiento LAN por sectores

En la Tabla 3.33 se presenta el direccionamiento tanto WAN como LAN para todos los nodos de la red.

### Región Occidente

| Nodo                | LAN         |               | WAN            |              |                 |
|---------------------|-------------|---------------|----------------|--------------|-----------------|
|                     | Red         | Máscara       | Esmeraldas PCO | Remoto       | Máscara         |
| Esmeraldas Cabecera | 172.20.64.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.1    | 172.20.36.33 | 255.255.255.252 |
| Gaspetsa            | 172.20.65.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.2    | 172.20.36.34 | 255.255.255.252 |
| Esmeraldas Sucursal | 172.20.66.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.3    | 172.20.36.41 | 255.255.255.252 |
| Esmeraldas PIN      | 172.20.67.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.4    | 172.20.36.42 | 255.255.255.252 |
| Esmeraldas 1        | 172.20.68.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.5    | 172.20.36.43 | 255.255.255.252 |
| Esmeraldas PCO      | 172.20.69.0 | 255.255.255.0 |                |              |                 |

Tabla 3.33. Direccionamiento WAN y LAN Red Petrocomercial (a)

### Región Oriente

| Nodo                 | LAN          |               | WAN          |               |                 |
|----------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------|
|                      | Red          | Máscara       | Condijua     | Remoto        | Máscara         |
| Osayacu              | 172.20.96.0  | 255.255.255.0 | 172.20.36.65 | 172.20.36.97  | 255.255.255.252 |
| Shushufindi Sucursal | 172.20.97.0  | 255.255.255.0 | 172.20.36.66 | 172.20.36.98  | 255.255.255.252 |
| Shushufindi Cabecera | 172.20.98.0  | 255.255.255.0 | 172.20.36.67 | 172.20.36.99  | 255.255.255.252 |
| Lumbaqui             | 172.20.99.0  | 255.255.255.0 | 172.20.36.68 | 172.20.36.100 | 255.255.255.252 |
| Quijos               | 172.20.100.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.69 | 172.20.36.101 | 255.255.255.252 |
| Shushufindi PIN      | 172.20.104.0 | 255.255.252.0 | 172.20.36.70 | 172.20.36.102 | 255.255.255.252 |
| Condijua 1           | 172.20.101.0 | 255.255.255.0 | 172.20.36.71 | 172.20.36.103 | 255.255.255.252 |
| Condijua             | 172.20.102.0 | 255.255.255.0 |              |               |                 |

Tabla 3.33. Direccionamiento WAN y LAN Red Petrocomercial (b)

### Región Sur

| Nodo              | LAN            |                 | WAN           |               |                 |
|-------------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|
|                   | Red            | Máscara         | Cerro Azul    | Remoto        | Máscara         |
| Propanero         | 172.20.128.0   | 255.255.255.192 | 172.20.36.129 | 172.20.36.161 | 255.255.255.252 |
| Fueloil           | 172.20.128.64  | 255.255.255.192 | 172.20.36.130 | 172.20.36.162 | 255.255.255.252 |
| Salitral          | 172.20.128.128 | 255.255.255.192 | 172.20.36.131 | 172.20.36.163 | 255.255.255.252 |
| 3Bocas            | 172.20.128.192 | 255.255.255.192 | 172.20.36.132 | 172.20.36.164 | 255.255.255.252 |
| Sucursal Libertad | 172.20.129.0   | 255.255.255.192 | 172.20.36.133 | 172.20.36.165 | 255.255.255.252 |
| Pascuales         | 172.20.129.64  | 255.255.255.192 | 172.20.36.134 | 172.20.36.166 | 255.255.255.252 |

|                 |                |                 |               |               |                 |
|-----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|
| Ecuafuel        | 172.20.129.128 | 255.255.255.192 | 172.20.36.135 | 172.20.36.167 | 255.255.255.252 |
| Cabecera<br>PCO | 172.20.129.192 | 255.255.255.192 | 172.20.36.136 | 172.20.36.168 | 255.255.255.252 |
| Regional<br>Gye | 172.20.130.0   | 255.255.255.0   | 172.20.36.137 | 172.20.36.169 | 255.255.255.252 |
| Loja            | 172.20.131.0   | 255.255.255.0   | 172.20.36.138 | 172.20.36.170 | 255.255.255.252 |
| Manta           | 172.20.132.0   | 255.255.255.0   | 172.20.36.139 | 172.20.36.171 | 255.255.255.252 |
| Cabecera<br>PIN | 172.20.133.0   | 255.255.255.0   | 172.20.36.140 | 172.20.36.172 | 255.255.255.252 |
| Cerro<br>Azul B | 172.20.134.0   | 255.255.255.0   | 172.20.36.141 | 172.20.36.173 | 255.255.255.252 |
| Cerro<br>Azul A | 172.20.135.0   | 255.255.255.0   |               |               |                 |

Tabla 3.33. Direccionamiento WAN y LAN Red Petrocomercial (c)

**Centros de Estrellas**

| Nodo         | WAN         |              |                 |
|--------------|-------------|--------------|-----------------|
|              | Rocío       | Remoto       | Máscara         |
| Esmeraldas   | 172.20.32.1 | 172.20.32.33 | 255.255.255.252 |
| Esmeraldas 1 | 172.20.32.2 | 172.20.32.34 | 255.255.255.252 |
| Condijua     | 172.20.32.3 | 172.20.32.35 | 255.255.255.252 |
| Condijua 1   | 172.20.32.4 | 172.20.32.36 | 255.255.255.252 |
| Cerro Azul A | 172.20.32.5 | 172.20.32.37 | 255.255.255.252 |
| Cerro Azul B | 172.20.32.6 | 172.20.32.38 | 255.255.255.252 |

Tabla 3.33. Direccionamiento WAN y LAN Red Petrocomercial (d)

**Nodos Directos**

| Nodo            | LAN          |               | WAN          |               |                 |
|-----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------|
|                 | Red          | Máscara       | Rocío        | Remoto        | Máscara         |
| Rocío           | 172.20.208.0 | 255.255.248.0 |              |               |                 |
| Aeropuerto      | 172.20.216.0 | 255.255.255.0 | 172.20.32.65 | 172.20.32.97  | 255.255.255.252 |
| Oyambaro        | 172.20.217.0 | 255.255.255.0 | 172.20.32.66 | 172.20.32.98  | 255.255.255.252 |
| Gasolinera      | 172.20.218.0 | 255.255.255.0 | 172.20.32.67 | 172.20.32.99  | 255.255.255.252 |
| Sto.<br>Domingo | 172.20.219.0 | 255.255.255.0 | 172.20.32.68 | 172.20.32.100 | 255.255.255.252 |
| Chalpi          | 172.20.220.0 | 255.255.255.0 | 172.20.32.69 | 172.20.32.101 | 255.255.255.252 |
| Beaterio        | 172.20.221.0 | 255.255.255.0 | 172.20.32.70 | 172.20.32.102 | 255.255.255.252 |
| Ambato          | 172.20.222.0 | 255.255.255.0 | 172.20.32.71 | 172.20.32.103 | 255.255.255.252 |
| Cuenca          | 172.20.223.0 | 255.255.255.0 | 172.20.32.72 | 172.20.32.104 | 255.255.255.252 |
| Riobamba        | 172.20.224.0 | 255.255.255.0 | 172.20.32.73 | 172.20.32.105 | 255.255.255.252 |
| Faisanes        | 172.20.225.0 | 255.255.255.0 | 172.20.32.74 | 172.20.32.106 | 255.255.255.252 |
| Corazón         | 172.20.226.0 | 255.255.255.0 | 172.20.32.75 | 172.20.32.107 | 255.255.255.252 |

|              |               |                 |              |               |                 |
|--------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------|
| Baltra       | 172.20.227.0  | 255.255.255.192 | 172.20.32.76 | 172.20.32.108 | 255.255.255.252 |
| Puerto Ayora | 172.20.227.64 | 255.255.255.192 | 172.20.32.77 | 172.20.32.109 | 255.255.255.252 |

Tabla 3.33. Direccionamiento WAN y LAN Red Petrocomercial (e)

### 3.4.2 CÁLCULO DE ENLACES.

Para el cálculo de enlaces, únicamente se va a considerar la velocidad adicional necesaria para transmitir la cabecera MPLS a la ya calculada en la sección 3.3.2 (Cálculo de Enlaces, diseño Frame Relay) correspondiente al cálculo de los enlaces para el diseño Frame Relay, ya que se considerará despreciable la velocidad requerida por el protocolo LDP como se lo analiza a continuación.

#### 3.4.2.1 Tráfico LDP

El protocolo LDP es el encargado de la distribución de paquetes, y su tráfico va a depender mucho de cómo se configuren el modo de transmisión y retención de etiquetas, de esta manera y considerando que los LSRs de la red sólo necesitan saber los caminos directamente conectados, ya que se utiliza una ruta por defecto y pocas rutas estáticas en algunos casos y con el fin de minimizar el almacenamiento de etiquetas innecesarias, se utilizará el modo de distribución de etiquetas bajo demanda y el modo de retención de etiquetas conservados. De esta manera se minimizará el tráfico de este protocolo.

Hay que tomar en cuenta que el protocolo LDP permite controlar los intervalos de tiempo en los cuales se envían los paquetes de descubrimiento e información de estado. Considerando que los enlaces son bastante estables, se configurara tiempos altos para estos dos temporizadores: 4 min para paquetes de descubrimiento y 1 min para los paquetes de estado.

Con lo que el tráfico causado por este protocolo se puede estimar en promedio de 30 paquetes de 16 bytes por minuto en cada interfaz de un encaminador de paso, lo que considerando el *overhead* TCP/IP de 44 bytes da en promedio paquetes de 60 bytes, es decir:



$$velocidad\ LDP = \frac{30 \frac{paquetes}{minuto} \times 60 \frac{bytes}{paquete} \times 8 \frac{bits}{byte}}{60 \frac{segundos}{minuto}} = 480bps$$

Lo que indica que el tráfico causado por el protocolo LDP es bajo (menos del 1%) en relación a la velocidad de canal de menor capacidad, por lo que se lo considera despreciable.

Velocidad para la etiqueta MPLS:

Para calcular el factor de incremento de velocidad necesario para transmitir la etiqueta MPLS se ha considerado:

- Tamaño total de la trama Frame Relay: 512 bytes
- Tamaño del encabezado Frame Relay: 2 bytes
- Tamaño del encabezado para fragmentación local: 1 byte
- Tamaño de la etiqueta MPLS: 4 bytes
- Tamaño de la carga útil: 501 bytes
- Cola de la trama Frame Relay: 2 bytes
- Banderas: 2 bytes.
- Relación Tamaño trama / Carga Útil = 1,0219560

Con este factor se ha calculado las velocidades de los enlaces incluyendo la sobrecarga de capa 2 como se puede ver en la tabla 3.34.

Actual

| Enlace                      | Tráfico Involucrado (Kbps) |        | Velocidad capa 3 (Kbps) | Velocidad capa 2 (Kbps) |
|-----------------------------|----------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | Aeropuerto                 | 22,59  | 22,59                   | 23,08                   |
| Rocío - Gasolinera          | Gasolinera                 | 139,02 | 139,02                  | 142,07                  |
| Rocío - Sto. Domingo        | Sto. Domingo               | 105,15 | 105,15                  | 107,46                  |
| Rocío - Esmeraldas          | Gaspetsa                   | 22,59  | 93,87                   | 95,93                   |
|                             | Esmeraldas Cabecera PCO    | 22,59  |                         |                         |
|                             | Esmeraldas Sucursal        | 48,70  |                         |                         |
| Rocío - Oyambaro            | Oyambaro                   | 45,45  | 45,45                   | 46,45                   |
| Rocío - Condijua            | Quijos                     | 22,59  | 293,50                  | 299,95                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 22,59  |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 183,55 |                         |                         |
|                             | Osayacu                    | 64,78  |                         |                         |
| Condijua - Lumbaqui         | Quijos                     | 22,59  | 228,72                  | 233,74                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 22,59  |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 183,55 |                         |                         |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | Shushufindi Cabecera       | 22,59  | 206,13                  | 210,66                  |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 183,55 |                         |                         |
| Rocío - Chalpi              | Chalpi                     | 26,11  | 26,11                   | 26,69                   |
| Rocío - Beaterio            | Beaterio                   | 372,20 | 372,20                  | 380,37                  |
| Rocío - Ambato              | Ambato                     | 33,17  | 33,17                   | 33,90                   |
| Rocío - Galápagos           | Baltra                     | 36,70  | 83,98                   | 85,83                   |
|                             | Puerto Ayora               | 47,28  |                         |                         |
| Rocío - Cuenca              | Cuenca                     | 40,23  | 40,23                   | 41,11                   |
| Rocío - Riobamba            | Riobamba                   | 22,59  | 22,59                   | 23,08                   |
| Rocío - Cerro Azul          | Fuel Oil                   | 36,70  | 1254,31                 | 1281,85                 |
|                             | 3 Bocas                    | 50,81  |                         |                         |
|                             | Salitral                   | 43,76  |                         |                         |
|                             | Regional GYE               | 751,83 |                         |                         |
|                             | Loja                       | 54,34  |                         |                         |
|                             | Sucursal Libertad          | 38,11  |                         |                         |
|                             | Pascuales PCO              | 107,27 |                         |                         |
|                             | Propanero                  | 29,64  |                         |                         |
|                             | Manta                      | 71,98  |                         |                         |
|                             | Cabecera PCO               | 33,17  |                         |                         |
|                             | Ecuafuel PCO               | 36,70  |                         |                         |
| Cerro Azul A - Fueloil      | Fuel Oil                   | 36,70  | 80,45                   | 82,22                   |
|                             | Salitral                   | 43,76  |                         |                         |
| Cerro Azul A - 3 Bocas      | 3 Bocas                    | 50,81  | 50,81                   | 51,93                   |
| Cerro Azul A - Pascuales    | Pascuales PCO              | 107,27 | 107,27                  | 109,62                  |
| Cerro Azul A - Regional GYE | Regional GYE               | 751,83 | 844,29                  | 862,83                  |
|                             | Loja                       | 54,34  |                         |                         |
|                             | Sucursal Libertad          | 38,11  |                         |                         |
| Cerro Azul B - Manta        | Manta                      | 71,98  | 71,98                   | 73,56                   |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO | Cabecera PCO               | 33,17  | 33,17                   | 33,90                   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel     | Ecuafuel PCO               | 36,70  | 36,70                   | 37,50                   |

Tabla 3.34. Velocidad de Enlaces (Situación Actual)

## Primer Año

| Enlace                      | Tráfico Involucrado (Kbps) |        | Velocidad capa 3 (Kbps) | Velocidad capa 2 (Kbps) |
|-----------------------------|----------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | Aeropuerto                 | 23,21  | 23,21                   | 23,72                   |
| Rocío - Gasolinera          | Gasolinera                 | 146,54 | 146,54                  | 149,76                  |
| Rocío - Sto. Domingo        | Sto. Domingo               | 109,96 | 109,96                  | 112,37                  |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | Gaspetsa                   | 23,21  | 71,50                   | 73,07                   |
|                             | Esmeraldas Cabecera PCO    | 23,21  |                         |                         |
|                             | Rocío - Esmeraldas 2       | 25,08  |                         |                         |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | Esmeraldas Sucursal        | 50,16  | 73,37                   | 74,98                   |
|                             | Rocío - Esmeraldas         | 23,21  |                         |                         |
| Rocío - Oyambaro            | Oyambaro                   | 46,56  | 46,56                   | 47,58                   |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | Quijos                     | 31,61  | 314,54                  | 321,45                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 23,21  |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 221,91 |                         |                         |
|                             | Rocío - Condijua 2         | 37,81  |                         |                         |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>   | Osayacu                    | 75,62  | 213,99                  | 218,69                  |
|                             | Rocío - Condijua           | 138,37 |                         |                         |
| Condijua - Lumbaqui         | Quijos                     | 31,61  | 276,73                  | 282,81                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 23,21  |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 221,91 |                         |                         |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | Shushufindi Cabecera       | 23,21  | 245,12                  | 250,50                  |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 221,91 |                         |                         |
| Rocío - Chalpi              | Chalpi                     | 35,35  | 35,35                   | 36,13                   |
| Rocío - Beaterio            | Beaterio                   | 422,70 | 422,70                  | 431,98                  |
| Rocío - Ambato              | Ambato                     | 34,42  | 34,42                   | 35,18                   |
| Rocío - Faisanes            | Faisanes                   | 36,27  | 36,27                   | 37,07                   |
| Rocío - Galápagos           | Baltra                     | 38,16  | 87,53                   | 89,46                   |
|                             | Puerto Ayora               | 49,37  |                         |                         |
| Rocío - Corazón             | Corazón                    | 36,27  | 36,27                   | 37,07                   |
| Rocío - Cuenca              | Cuenca                     | 41,90  | 41,90                   | 42,82                   |
| Rocío - Riobamba            | Riobamba                   | 23,21  | 23,21                   | 23,72                   |
| <b>Rocío - Cerro Azul A</b> | Fuel Oil                   | 38,16  | 1241,53                 | 1268,79                 |
|                             | 3 Bocas                    | 53,11  |                         |                         |
|                             | Salitral                   | 45,64  |                         |                         |
|                             | Regional GYE               | 815,86 |                         |                         |
|                             | Loja                       | 56,85  |                         |                         |
|                             | Sucursal Libertad          | 38,95  |                         |                         |
|                             | Pascuales PCO              | 112,91 |                         |                         |
|                             | Propanero                  | 30,69  |                         |                         |
|                             | Rocío. Cerro Azul B        | 49,37  |                         |                         |
| <b>Rocío - Cerro Azul B</b> | Manta                      | 75,53  | 545,50                  | 557,48                  |
|                             | Cabecera PCO               | 34,42  |                         |                         |
|                             | Ecuafuel PCO               | 38,16  |                         |                         |
|                             | Rocío Cerro Azul A         | 397,39 |                         |                         |

Tabla 3.34. Velocidad de Enlaces (Primer Año) (a)

|                                       |                   |        |        |        |
|---------------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|
| Cerro Azul A - Fueleoil               | Fuel Oil          | 38,16  | 83,80  | 85,64  |
|                                       | Salitral          | 45,64  |        |        |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 3 Bocas           | 53,11  | 53,11  | 54,28  |
| Cerro Azul A - Pascuales              | Pascuales PCO     | 112,91 | 112,91 | 115,39 |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | Regional GYE      | 815,86 | 911,66 | 931,68 |
|                                       | Loja              | 56,85  |        |        |
|                                       | Sucursal Libertad | 38,95  |        |        |
| Cerro Azul A - Regional GYE Arrendado | Regional GYE      | 271,95 | 271,95 | 277,93 |
| Cerro Azul B - Manta                  | Manta             | 75,53  | 75,53  | 77,19  |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | Cabecera PCO      | 34,42  | 34,42  | 35,18  |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | Ecuafuel PCO      | 38,16  | 38,16  | 39,00  |

Tabla 3.34. Velocidad de Enlaces (Primer Año) (b)

## Segundo Año

| Enlace                      | Tráfico Involucrado (Kbps) |         | Velocidad capa 3 (Kbps) | Velocidad capa 2 (Kbps) |
|-----------------------------|----------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | Aeropuerto                 | 25,74   | 25,74                   | 26,31                   |
| Rocío - Gasolinera          | Gasolinera                 | 176,92  | 176,92                  | 180,80                  |
| Rocío - Sto. Domingo        | Sto. Domingo               | 666,96  | 666,96                  | 681,61                  |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | Gaspetsa                   | 25,74   | 79,52                   | 81,27                   |
|                             | Esmeraldas Cabecera PCO    | 25,74   |                         |                         |
|                             | Rocío - Esmeraldas 2       | 28,03   |                         |                         |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | Esmeraldas Sucursal        | 56,07   | 81,81                   | 83,61                   |
|                             | Rocío - Esmeraldas         | 25,74   |                         |                         |
| Rocío - Oyambaro            | Oyambaro                   | 52,47   | 52,47                   | 53,62                   |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | Quijos                     | 34,14   | 509,02                  | 520,20                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 25,74   |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 394,31  |                         |                         |
|                             | Rocío - Condijua 2         | 54,83   |                         |                         |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>   | Osayacu                    | 621,66  | 848,76                  | 867,39                  |
|                             | Rocío - Condijua           | 227,10  |                         |                         |
| Condijua - Lumbaqui         | Quijos                     | 34,14   | 454,19                  | 464,16                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 25,74   |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 394,31  |                         |                         |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | Shushufindi Cabecera       | 25,74   | 420,05                  | 429,27                  |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 394,31  |                         |                         |
| Rocío - Chalpi              | Chalpi                     | 38,72   | 38,72                   | 39,57                   |
| Rocío - Beaterio            | Beaterio                   | 1173,69 | 1173,69                 | 1199,46                 |
| Rocío - Ambato              | Ambato                     | 577,09  | 577,09                  | 589,76                  |
| Rocío - Faisanes            | Faisanes                   | 37,96   | 37,96                   | 38,80                   |
| Rocío - Galápagos           | Baltra                     | 44,07   | 101,88                  | 104,11                  |
|                             | Puerto Ayora               | 57,81   |                         |                         |
| Rocío - Corazón             | Corazón                    | 37,96   | 37,96                   | 38,80                   |
| Rocío - Cuenca              | Cuenca                     | 48,65   | 48,65                   | 49,72                   |
| Rocío - Riobamba            | Riobamba                   | 25,74   | 25,74                   | 26,31                   |

Tabla 3.34. Velocidad de Enlaces (Segundo Año) (a)

|                                       |                     |         |         |         |
|---------------------------------------|---------------------|---------|---------|---------|
| <b>Rocío - Cerro Azul A</b>           | Fuel Oil            | 44,07   | 2092,43 | 2138,37 |
|                                       | 3 Bocas             | 62,39   |         |         |
|                                       | Salitral            | 53,23   |         |         |
|                                       | Regional GYE        | 1595,05 |         |         |
|                                       | Loja                | 66,97   |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad   | 42,32   |         |         |
|                                       | Pascuales PCO       | 135,69  |         |         |
|                                       | Propanero           | 34,90   |         |         |
|                                       | Rocío. Cerro Azul B | 57,81   |         |         |
| <b>Rocío - Cerro Azul B</b>           | Manta               | 89,88   | 680,97  | 695,92  |
|                                       | Cabecera PCO        | 39,49   |         |         |
|                                       | Ecuafuel PCO        | 44,07   |         |         |
|                                       | Rocío Cerro Azul A  | 507,54  |         |         |
| Cerro Azul A - Fueloil                | Fuel Oil            | 44,07   | 97,30   | 99,43   |
|                                       | Salitral            | 53,23   |         |         |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 3 Bocas             | 62,39   | 62,39   | 63,76   |
| Cerro Azul A - Pascuales              | Pascuales PCO       | 135,69  | 135,69  | 138,67  |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | Regional GYE        | 1595,05 | 1704,34 | 1741,76 |
|                                       | Loja                | 66,97   |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad   | 42,32   |         |         |
| Cerro Azul A - Regional GYE Arrendado | Regional GYE        | 361,02  | 361,02  | 368,94  |
| Cerro Azul B - Manta                  | Manta               | 89,88   | 89,88   | 91,85   |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | Cabecera PCO        | 39,49   | 39,49   | 40,35   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | Ecuafuel PCO        | 44,07   | 44,07   | 45,03   |

Tabla 3.34. Velocidad de Enlaces (Segundo Año) (b)

## Tercer Año

| Enlace                      | Tráfico Involucrado (Kbps) |        | Velocidad capa 3 (Kbps) | Velocidad capa 2 (Kbps) |
|-----------------------------|----------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | Aeropuerto                 | 26,49  | 26,49                   | 27,07                   |
| Rocío - Gasolinera          | Gasolinera                 | 185,88 | 185,88                  | 189,97                  |
| Rocío - Sto. Domingo        | Sto. Domingo               | 672,69 | 672,69                  | 687,46                  |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | Gaspetsa                   | 26,49  | 81,89                   | 83,68                   |
|                             | Esmeraldas Cabecera PCO    | 26,49  |                         |                         |
|                             | Rocío - Esmeraldas 2       | 28,91  |                         |                         |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | Esmeraldas Sucursal        | 57,81  | 84,30                   | 86,15                   |
|                             | Rocío - Esmeraldas         | 26,49  |                         |                         |
| Rocío - Oyambaro            | Oyambaro                   | 54,21  | 54,21                   | 55,40                   |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | Quijos                     | 34,89  | 554,75                  | 566,93                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 26,49  |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 437,29 |                         |                         |
|                             | Rocío - Condijua 2         | 56,08  |                         |                         |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>   | Osayacu                    | 624,15 | 873,49                  | 892,67                  |
|                             | Rocío - Condijua           | 249,34 |                         |                         |

Tabla 3.34. Velocidad de Enlaces (Tercer Año) (a)

|                                       |                      |         |         |         |
|---------------------------------------|----------------------|---------|---------|---------|
| Condijua - Lumbaqui                   | Quijos               | 34,89   | 498,67  | 509,62  |
|                                       | Shushufindi Cabecera | 26,49   |         |         |
|                                       | Shushufindi Sucursal | 437,29  |         |         |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN            | Shushufindi Cabecera | 26,49   | 463,78  | 473,97  |
|                                       | Shushufindi Sucursal | 437,29  |         |         |
| Rocío - Chalpi                        | Chalpi               | 39,72   | 39,72   | 40,59   |
| Rocío - Beaterio                      | Beaterio             | 1231,55 | 1231,55 | 1258,59 |
| Rocío - Ambato                        | Ambato               | 578,58  | 578,58  | 591,28  |
| Rocío - Faisanes                      | Faisanes             | 38,46   | 38,46   | 39,30   |
| Rocío - Galápagos                     | Baltra               | 45,81   | 106,11  | 108,44  |
|                                       | Puerto Ayora         | 60,30   |         |         |
| Rocío - Corazón                       | Corazón              | 38,46   | 38,46   | 39,30   |
| Rocío - Cuenca                        | Cuenca               | 50,64   | 50,64   | 51,75   |
| Rocío - Riobamba                      | Riobamba             | 26,49   | 26,49   | 27,07   |
| <b>Rocío - Cerro Azul A</b>           | Fuel Oil             | 45,81   | 2187,24 | 2235,26 |
|                                       | 3 Bocas              | 65,13   |         |         |
|                                       | Salitral             | 55,47   |         |         |
|                                       | Regional GYE         | 1668,68 |         |         |
|                                       | Loja                 | 69,96   |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad    | 43,32   |         |         |
|                                       | Pascuales PCO        | 142,41  |         |         |
|                                       | Propanero            | 36,15   |         |         |
|                                       | Rocío. Cerro Azul B  | 60,30   |         |         |
| <b>Rocío - Cerro Azul B</b>           | Manta                | 94,11   | 719,22  | 735,01  |
|                                       | Cabecera PCO         | 40,98   |         |         |
|                                       | Ecuafuel PCO         | 45,81   |         |         |
|                                       | Rocío Cerro Azul A   | 538,31  |         |         |
| Cerro Azul A - Fueloil                | Fuel Oil             | 45,81   | 101,28  | 103,51  |
|                                       | Salitral             | 55,47   |         |         |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 3 Bocas              | 65,13   | 65,13   | 66,56   |
| Cerro Azul A - Pascuales              | Pascuales PCO        | 142,41  | 142,41  | 145,54  |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | Regional GYE         | 1668,68 | 1781,96 | 1821,09 |
|                                       | Loja                 | 69,96   |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad    | 43,32   |         |         |
| Cerro Azul A - Regional GYE Arrendado | Regional GYE         | 385,56  | 385,56  | 394,02  |
| Cerro Azul B - Manta                  | Manta                | 94,11   | 94,11   | 96,18   |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | Cabecera PCO         | 40,98   | 40,98   | 41,88   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | Ecuafuel PCO         | 45,81   | 45,81   | 46,82   |

Tabla 3.34. Velocidad de Enlaces (Tercer Año) (b)

## Cuarto Año

| Enlace                      | Tráfico Involucrado (Kbps) |         | Velocidad capa 3 (Kbps) | Velocidad capa 2 (Kbps) |
|-----------------------------|----------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | Aeropuerto                 | 27,31   | 27,31                   | 27,91                   |
| Rocío - Gasolinera          | Gasolinera                 | 195,72  | 195,72                  | 200,01                  |
| Rocío - Sto. Domingo        | Sto. Domingo               | 678,97  | 678,97                  | 693,88                  |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | Gaspetsa                   | 27,31   | 84,48                   | 86,34                   |
|                             | Esmeraldas Cabecera PCO    | 27,31   |                         |                         |
|                             | Rocío - Esmeraldas 2       | 29,86   |                         |                         |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | Esmeraldas Sucursal        | 59,72   | 87,03                   | 88,94                   |
|                             | Rocío - Esmeraldas         | 27,31   |                         |                         |
| Rocío - Oyambaro            | Oyambaro                   | 56,12   | 56,12                   | 57,36                   |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | Quijos                     | 35,71   | 605,85                  | 619,15                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 27,31   |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 485,39  |                         |                         |
|                             | Rocío - Condijua 2         | 57,44   |                         |                         |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>   | Osayacu                    | 626,88  | 901,09                  | 920,87                  |
|                             | Rocío - Condijua           | 274,20  |                         |                         |
| Condijua - Lumbaqui         | Quijos                     | 35,71   | 548,41                  | 560,45                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 27,31   |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 485,39  |                         |                         |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | Shushufindi Cabecera       | 27,31   | 512,70                  | 523,95                  |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 485,39  |                         |                         |
| Rocío - Chalpi              | Chalpi                     | 40,81   | 40,81                   | 41,71                   |
| Rocío - Beaterio            | Beaterio                   | 1296,02 | 1296,02                 | 1324,47                 |
| Rocío - Ambato              | Ambato                     | 580,22  | 580,22                  | 592,96                  |
| Rocío - Faisanes            | Faisanes                   | 39,01   | 39,01                   | 39,86                   |
| Rocío - Galápagos           | Baltra                     | 47,72   | 110,76                  | 113,19                  |
|                             | Puerto Ayora               | 63,03   |                         |                         |
| Rocío - Corazón             | Corazón                    | 39,01   | 39,01                   | 39,86                   |
| Rocío - Cuenca              | Cuenca                     | 52,83   | 52,83                   | 53,99                   |
| Rocío - Riobamba            | Riobamba                   | 27,31   | 27,31                   | 27,91                   |
| <b>Rocío - Cerro Azul A</b> | Fuel Oil                   | 47,72   | 2291,91                 | 2342,23                 |
|                             | 3 Bocas                    | 68,14   |                         |                         |
|                             | Salitral                   | 57,93   |                         |                         |
|                             | Regional GYE               | 1750,14 |                         |                         |
|                             | Loja                       | 73,24   |                         |                         |
|                             | Sucursal Libertad          | 44,41   |                         |                         |
|                             | Pascuales PCO              | 149,79  |                         |                         |
|                             | Propanero                  | 37,52   |                         |                         |
| Rocío. Cerro Azul B         | 63,03                      |         |                         |                         |
| <b>Rocío - Cerro Azul B</b> | Manta                      | 98,76   | 761,39                  | 778,11                  |
|                             | Cabecera PCO               | 42,62   |                         |                         |
|                             | Ecuafuel PCO               | 47,72   |                         |                         |
|                             | Rocío Cerro Azul A         | 572,29  |                         |                         |

Tabla 3.34. Velocidad de Enlaces (Cuarto Año) (a)

|                                       |                   |         |         |         |
|---------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|
| Cerro Azul A - Fueloil                | Fuel Oil          | 47,72   | 105,65  | 107,97  |
|                                       | Salitral          | 57,93   |         |         |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 3 Bocas           | 68,14   | 68,14   | 69,63   |
| Cerro Azul A - Pascuales              | Pascuales PCO     | 149,79  | 149,79  | 153,08  |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | Regional GYE      | 1750,14 | 1867,79 | 1908,80 |
|                                       | Loja              | 73,24   |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad | 44,41   |         |         |
| Cerro Azul A - Regional GYE Arrendado | Regional GYE      | 412,71  | 412,71  | 421,77  |
| Cerro Azul B - Manta                  | Manta             | 98,76   | 98,76   | 100,92  |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | Cabecera PCO      | 42,62   | 42,62   | 43,56   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | Ecuafuel PCO      | 47,72   | 47,72   | 48,77   |

Tabla 3.34. Velocidad de Enlaces (Cuarto Año) (b)

## Quinto Año

| Enlace                      | Tráfico Involucrado (Kbps) |         | Velocidad capa 3 (Kbps) | Velocidad capa 2 (Kbps) |
|-----------------------------|----------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | Aeropuerto                 | 28,21   | 28,21                   | 28,83                   |
| Rocío - Gasolinera          | Gasolinera                 | 206,51  | 206,51                  | 211,05                  |
| Rocío - Sto. Domingo        | Sto. Domingo               | 685,87  | 685,87                  | 700,93                  |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | Gaspetsa                   | 28,21   | 87,33                   | 89,25                   |
|                             | Esmeraldas Cabecera PCO    | 28,21   |                         |                         |
|                             | Rocío - Esmeraldas 2       | 30,91   |                         |                         |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | Esmeraldas Sucursal        | 61,82   | 90,03                   | 92,01                   |
|                             | Rocío - Esmeraldas         | 28,21   |                         |                         |
| Rocío - Oyambaro            | Oyambaro                   | 58,22   | 58,22                   | 59,50                   |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | Quijos                     | 36,61   | 662,95                  | 677,51                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 28,21   |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 539,19  |                         |                         |
|                             | Rocío - Condijua 2         | 58,94   |                         |                         |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>   | Osayacu                    | 629,88  | 931,89                  | 952,35                  |
|                             | Rocío - Condijua           | 302,01  |                         |                         |
| Condijua - Lumbaqui         | Quijos                     | 36,61   | 604,01                  | 617,27                  |
|                             | Shushufindi Cabecera       | 28,21   |                         |                         |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 539,19  |                         |                         |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | Shushufindi Cabecera       | 28,21   | 567,40                  | 579,86                  |
|                             | Shushufindi Sucursal       | 539,19  |                         |                         |
| Rocío - Chalpi              | Chalpi                     | 42,01   | 42,01                   | 42,93                   |
| Rocío - Beaterio            | Beaterio                   | 1367,88 | 1367,88                 | 1397,91                 |
| Rocío - Ambato              | Ambato                     | 582,02  | 582,02                  | 594,80                  |
| Rocío - Faisanes            | Faisanes                   | 39,61   | 39,61                   | 40,48                   |
| Rocío - Galápagos           | Baltra                     | 49,82   | 115,85                  | 118,40                  |
|                             | Puerto Ayora               | 66,03   |                         |                         |

Tabla 3.34. Velocidad de Enlaces (Quinto Año) (a)



|                                       |                     |         |         |         |
|---------------------------------------|---------------------|---------|---------|---------|
| Rocío - Corazón                       | Corazón             | 39,61   | 39,61   | 40,48   |
| Rocío - Cuenca                        | Cuenca              | 55,22   | 55,22   | 56,44   |
| Rocío - Riobamba                      | Riobamba            | 28,21   | 28,21   | 28,83   |
| <b>Rocío - Cerro Azul A</b>           | Fuel Oil            | 49,82   | 2407,60 | 2460,46 |
|                                       | 3 Bocas             | 71,43   |         |         |
|                                       | Salitral            | 60,63   |         |         |
|                                       | Regional GYE        | 1840,33 |         |         |
|                                       | Loja                | 76,84   |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad   | 45,61   |         |         |
|                                       | Pascuales PCO       | 157,88  |         |         |
|                                       | Propanero           | 39,02   |         |         |
|                                       | Rocío. Cerro Azul B | 66,03   |         |         |
| <b>Rocío - Cerro Azul B</b>           | Manta               | 103,85  | 978,62  | 1000,10 |
|                                       | Cabecera PCO        | 44,42   |         |         |
|                                       | Ecuafuel PCO        | 49,82   |         |         |
|                                       | Rocío Cerro Azul A  | 780,52  |         |         |
| Cerro Azul A - Fueloil                | Fuel Oil            | 49,82   | 110,45  | 112,87  |
|                                       | Salitral            | 60,63   |         |         |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 3 Bocas             | 71,43   | 71,43   | 73,00   |
| Cerro Azul A - Pascuales              | Pascuales PCO       | 157,88  | 157,88  | 161,35  |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | Regional GYE        | 1840,33 | 1962,78 | 2005,88 |
|                                       | Loja                | 76,84   |         |         |
|                                       | Sucursal Libertad   | 45,61   |         |         |
| Cerro Azul A - Regional GYE Arrendado | Regional GYE        | 442,78  | 442,78  | 452,50  |
| Cerro Azul B - Manta                  | Manta               | 103,85  | 103,85  | 106,13  |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | Cabecera PCO        | 44,42   | 44,42   | 45,39   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | Ecuafuel PCO        | 49,82   | 49,82   | 50,92   |

Tabla 3.34. Velocidad de Enlaces (Quinto Año) (b)

A continuación se expondrá el esquema de calidad de servicio a implementarse con MPLS.

### 3.4.3 ESQUEMAS DE QoS.

MPLS puede trabajar con los esquemas de servicios integrados y diferenciados, sin embargo este diseño trabajará con Diffserv, por las ventajas que tiene este esquema y que están expuestas en el primer capítulo. En el mismo se explicó las tres maneras que existen para utilizar este esquema, a continuación se analizará cada una de ellas:

Calidad de servicio asociada a un LSP, ignorando el campo EXP (L-LSP): Esta primera opción es utilizada cuando se conoce las mejores prestaciones de un

camino determinado para el tipo de tráfico que se está transportando. Esta alternativa no es útil para el diseño propuesto ya que para llegar a cualquier destino de la red se tiene un sólo camino físico.

El campo EXP codifica 8 comportamientos de encolado y programación, para el mismo FEC (E-LSP): Esta segunda opción permite dar un servicio diferenciado al tráfico ubicándolo en un camino determinado y con una calidad especificada. El utilizar esta alternativa involucraría crear PVCs, por cada tipo de tráfico en el que se considere segmentar al total, pero como se explicó, el hecho de utilizar múltiples caminos, está más ligado con las prestaciones físicas del mismo; por lo que utilizar esta alternativa involucraría un esfuerzo innecesario.

El campo EXP codifica 8 comportamientos de encolado y programación, independiente del FEC (E-LSP): Esta alternativa permitirá tener una diferenciación del tráfico que transita por cada camino, lo que posibilitará tener un tratamiento adecuado en todos los puntos de la red y no sólo en los puntos de capa tres.

Por lo mencionado anteriormente, la alternativa a implementar es la de utilizar únicamente el campo EXP de la etiqueta MPLS para dar un tratamiento diferenciado al tráfico. Como el campo EXP sólo permite 8 tipos de tráficos, hay que integrar los tipos de tráficos definidos para el esquema Diffserv IP en el diseño Frame Relay, en los tipos de tráfico que se manejan en MPLS y que son: AF11, AF12, AF21, AF22, AF31, AF32, EF y BO.

En la tabla 3.35 se puede ver la integración de los tipos de tráfico desde el campo DSCP del paquete IP utilizado en el diseño Frame Relay al campo EXP de la etiqueta MPLS.

| Aplicaciones Actuales | Grupo de calidad de servicio DSCP | Grupo de calidad de servicio EXP | Motivo                                                                      |
|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Correo                | AF4                               | AF32 (EXP6)                      | Es importante, tolerante a retardos                                         |
| Web                   | BE                                | BE (EXP7)                        | No es importante para la empresa, maneja TCP, puede recuperarse de retardos |

|                  |      |             |                                                                                                                              |
|------------------|------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VNC              | AF31 | AF31 (EXP5) | Tráfico para accesos remotos, es importante que los refrescos se realicen lo más rápido posible, no muy tolerante a retardos |
| DNS              | AF32 | AF31 (EXP5) | Perteneciente al grupo de servicios para administración de equipos, trato preferente al resto de aplicaciones                |
| NetBios IP       | BE   | BE (EXP7)   | Permite ver los recursos de la red, no es importante que tenga trato preferencial                                            |
| SNMP             | AF33 | AF32 (EXP6) | Es importante que los refrescos de monitoreo de la red se realicen sin mucho retardo, no es tolerante a retardos             |
| Active Directory | AF32 | AF31 (EXP5) | Perteneciente al grupo de servicios para administración de equipos, trato preferente al resto de aplicaciones                |
| LDAP             | AF32 | AF31 (EXP5) | Perteneciente al grupo de servicios para administración de equipos, trato preferente al resto de aplicaciones                |
| Kerberos         | AF32 | AF31(EXP5)  | Perteneciente al grupo de servicios para administración de equipos, trato preferente al resto de aplicaciones                |
| DHCP             | AF32 | AF31 (EXP5) | Perteneciente al grupo de servicios para administración de equipos, trato preferente al resto de aplicaciones                |
| BITS             | BE   | BE (EXP7)   | Tráfico de actualizaciones de equipos                                                                                        |
| CIFS             | BE   | BE (EXP7)   | Tráfico para compartir archivos, no amerita mayor importancia que el tráfico default.                                        |
| RTP              | EF   | EF (EXP1)   | Tráfico tiempo real                                                                                                          |
| Tráfico default  | BE   | BE (EXP7)   | El tráfico restante que cursa por la red, en menor cantidad y el que no puede ser identificado                               |

Tabla 3.35. Grupos de QoS (Aplicaciones Actuales)

| <b>Aplicaciones Nuevas</b> | <b>Grupo de calidad de servicio DSCP</b> | <b>Grupo de calidad de servicio EXP</b> | <b>Motivo</b>       |
|----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------|
| Videoconferencia           | EF                                       | EF (EXP1)                               | Tráfico tiempo real |

Tabla 3.35. Grupos de QoS (Aplicaciones Nuevas)

| Aplicaciones Críticas | Grupo de calidad de servicio DSCP | Grupo de calidad de servicio EXP | Motivo                                                                                                                                                                             |
|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lotus                 | AF1                               | AF1(EXP2)                        | Sobre este tipo de tráfico se van a consolidar todas las aplicaciones más importantes de la empresa por lo que debe tener la mayor preferencia de todas                            |
| Telnets AS-400        | AF21                              | AF21(EXP3)                       | Mientras estén estas aplicaciones en operación, merecen una importancia alta                                                                                                       |
| Tráfico impresiones   | AF22                              | AF22(EXP4)                       | El tráfico de impresión mejorará significativamente, pero no es tan importante con las transacciones de negocio que generan los Telnets AS-400                                     |
| Servicios web         | AF2                               | AF21(EXP3)                       | Este tráfico reemplazará los tráficos de impresión y presentación de datos, cuando las aplicaciones AS-400 sean migradas a Lotus, por lo que su importancia debe ser menor a este. |

Tabla 3.35. Grupos de QoS

Como se puede ver, el tráfico de las aplicaciones críticas, va a tener exactamente el mismo tratamiento a nivel de paquete IP y paquete MPLS, mientras que los tipos de tráfico de las aplicaciones normales fueron reasignados a sólo 4 categorías.

#### 3.4.4 CÁLCULO DE PARÁMETROS PROPIOS DE LA TECNOLOGÍA.

Una vez calculadas las respectivas velocidades para cada enlace de la red (sección 3.4.2), se calcula los valores de CIR, EIR y BC que se van a configurar en los ruteadores de cada estación de la red.

La tabla 3.36 muestra estos parámetros para los cinco años del proyecto.

Actual

| Enlace                      | CIR (Kbps) | BC (KBits) | EIR (Kbps) | Velocidad de Acceso |
|-----------------------------|------------|------------|------------|---------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | 23,08      | 23,08      | 4,62       | 27,70               |
| Rocío - Gasolinera          | 142,07     | 142,07     | 28,41      | 170,49              |
| Rocío - Sto. Domingo        | 107,46     | 107,46     | 21,49      | 128,95              |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | 95,93      | 95,93      | 19,19      | 115,12              |
| Rocío - Oyambaro            | 46,45      | 46,45      | 9,29       | 55,74               |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | 299,95     | 299,95     | 59,99      | 359,93              |
| Condijua - Lumbaqui         | 233,74     | 233,74     | 46,75      | 280,49              |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | 210,66     | 210,66     | 42,13      | 252,79              |
| Rocío - Chalpi              | 26,69      | 26,69      | 5,34       | 32,02               |
| Rocío - Beaterio            | 380,37     | 380,37     | 76,07      | 456,44              |
| Rocío - Ambato              | 33,90      | 33,90      | 6,78       | 40,68               |
| Rocío - Galápagos           | 85,83      | 85,83      | 17,17      | 102,99              |
| Rocío - Cuenca              | 41,11      | 41,11      | 8,22       | 49,33               |
| Rocío - Riobamba            | 23,08      | 23,08      | 4,62       | 27,70               |
| <b>Rocío - Cerro Azul a</b> | 1281,85    | 1281,85    | 256,37     | 1538,22             |
| Cerro Azul A - Fuel Oil     | 82,22      | 82,22      | 16,44      | 98,66               |
| Cerro Azul A - 3 Bocas      | 51,93      | 51,93      | 10,39      | 62,31               |
| Cerro Azul A - Pascuales    | 109,62     | 109,62     | 21,92      | 131,54              |
| Cerro Azul A - Regional GYE | 862,83     | 862,83     | 172,57     | 1035,39             |
| Cerro Azul B - Manta        | 73,56      | 73,56      | 14,71      | 88,27               |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO | 33,90      | 33,90      | 6,78       | 40,68               |
| Cerro Azul B - Ecuafuel     | 37,50      | 37,50      | 7,50       | 45,01               |

Tabla 3.36. Parámetros propios de la Tecnología (Situación Actual)

Primer Año

| Enlace                      | CIR (Kbps) | BC (Bits) | EIR (Kbps) | Velocidad de Acceso |
|-----------------------------|------------|-----------|------------|---------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | 23,72      | 23,72     | 4,74       | 28,47               |
| Rocío - Gasolinera          | 149,76     | 149,76    | 29,95      | 179,71              |
| Rocío - Sto. Domingo        | 112,37     | 112,37    | 22,47      | 134,85              |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | 73,07      | 73,07     | 14,61      | 87,69               |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | 74,98      | 74,98     | 15,00      | 89,98               |
| Rocío - Oyambaro            | 47,58      | 47,58     | 9,52       | 57,10               |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | 321,45     | 321,45    | 64,29      | 385,74              |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>   | 218,69     | 218,69    | 43,74      | 262,42              |
| Condijua - Lumbaqui         | 282,81     | 282,81    | 56,56      | 339,37              |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | 250,50     | 250,50    | 50,10      | 300,60              |
| Rocío - Chalpi              | 36,13      | 36,13     | 7,23       | 43,35               |
| Rocío - Beaterio            | 431,98     | 431,98    | 86,40      | 518,38              |
| Rocío - Ambato              | 35,18      | 35,18     | 7,04       | 42,22               |

Tabla 3.36. Parámetros propios de la Tecnología (Primer Año) (a)

|                                       |         |         |        |         |
|---------------------------------------|---------|---------|--------|---------|
| Rocío - Faisanes                      | 37,07   | 37,07   | 7,41   | 44,49   |
| Rocío - Galápagos                     | 89,46   | 89,46   | 17,89  | 107,35  |
| Rocío - Corazón                       | 37,07   | 37,07   | 7,41   | 44,49   |
| Rocío - Cuenca                        | 42,82   | 42,82   | 8,56   | 51,38   |
| Rocío - Riobamba                      | 23,72   | 23,72   | 4,74   | 28,47   |
| <b>Rocío - Cerro Azul a</b>           | 1268,79 | 1268,79 | 253,76 | 1522,55 |
| <b>Rocío - Cerro Azul b</b>           | 557,48  | 557,48  | 111,50 | 668,98  |
| Cerro Azul A - Fuel Oil               | 85,64   | 85,64   | 17,13  | 102,76  |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 54,28   | 54,28   | 10,86  | 65,13   |
| Cerro Azul A - Pascuales              | 115,39  | 115,39  | 23,08  | 138,46  |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | 931,68  | 931,68  | 186,34 | 1118,01 |
| Cerro Azul A - Regional GYE arrendado | 277,93  | 277,93  | 55,59  | 333,51  |
| Cerro Azul B - Manta                  | 77,19   | 77,19   | 15,44  | 92,63   |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | 35,18   | 35,18   | 7,04   | 42,22   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | 39,00   | 39,00   | 7,80   | 46,80   |

Tabla 3.36. Parámetros propios de la Tecnología (Primer Año) (b)

## Segundo Año

| Enlace                      | CIR (Kbps) | BC (Bits) | EIR (Kbps) | Velocidad de Acceso |
|-----------------------------|------------|-----------|------------|---------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | 26,31      | 26,31     | 5,26       | 31,57               |
| Rocío - Gasolinera          | 180,80     | 180,80    | 36,16      | 216,96              |
| Rocío - Sto. Domingo        | 681,61     | 681,61    | 136,32     | 817,93              |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | 81,27      | 81,27     | 16,25      | 97,52               |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | 83,61      | 83,61     | 16,72      | 100,33              |
| Rocío - Oyambaro            | 53,62      | 53,62     | 10,72      | 64,34               |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | 520,20     | 520,20    | 104,04     | 624,24              |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>   | 867,39     | 867,39    | 173,48     | 1040,87             |
| Condijua - Lumbaqui         | 464,16     | 464,16    | 92,83      | 557,00              |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN  | 429,27     | 429,27    | 85,85      | 515,12              |
| Rocío - Chalpi              | 39,57      | 39,57     | 7,91       | 47,49               |
| Rocío - Beaterio            | 1199,46    | 1199,46   | 239,89     | 1439,36             |
| Rocío - Ambato              | 589,76     | 589,76    | 117,95     | 707,71              |
| Rocío - Faisanes            | 38,80      | 38,80     | 7,76       | 46,55               |
| Rocío - Galápagos           | 104,11     | 104,11    | 20,82      | 124,94              |
| Rocío - Corazón             | 38,80      | 38,80     | 7,76       | 46,55               |
| Rocío - Cuenca              | 49,72      | 49,72     | 9,94       | 59,66               |
| Rocío - Riobamba            | 26,31      | 26,31     | 5,26       | 31,57               |
| <b>Rocío - Cerro Azul a</b> | 2138,37    | 2138,37   | 427,67     | 2566,05             |
| <b>Rocío - Cerro Azul b</b> | 695,92     | 695,92    | 139,18     | 835,11              |
| Cerro Azul A - Fuel Oil     | 99,43      | 99,43     | 19,89      | 119,32              |
| Cerro Azul A - 3 Bocas      | 63,76      | 63,76     | 12,75      | 76,51               |
| Cerro Azul A - Pascuales    | 138,67     | 138,67    | 27,73      | 166,40              |

Tabla 3.36. Parámetros propios de la Tecnología (Segundo Año) (a)

|                                       |         |         |        |         |
|---------------------------------------|---------|---------|--------|---------|
| Cerro Azul A - Regional GYE           | 1741,76 | 1741,76 | 348,35 | 2090,12 |
| Cerro Azul A - Regional GYE arrendado | 368,94  | 368,94  | 73,79  | 442,73  |
| Cerro Azul B - Manta                  | 91,85   | 91,85   | 18,37  | 110,22  |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | 40,35   | 40,35   | 8,07   | 48,42   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | 45,03   | 45,03   | 9,01   | 54,04   |

Tabla 3.36. Parámetros propios de la Tecnología (Segundo Año) (b)

## Tercer Año

| Enlace                                | CIR (Kbps) | BC (KBits) | EIR (Kbps) | Velocidad de Acceso |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|---------------------|
| Rocío - Aeropuerto                    | 27,07      | 27,07      | 5,41       | 32,49               |
| Rocío - Gasolinera                    | 189,97     | 189,97     | 37,99      | 227,96              |
| Rocío - Sto. Domingo                  | 687,46     | 687,46     | 137,49     | 824,95              |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>             | 83,68      | 83,68      | 16,74      | 100,42              |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b>           | 86,15      | 86,15      | 17,23      | 103,38              |
| Rocío - Oyambaro                      | 55,40      | 55,40      | 11,08      | 66,48               |
| <b>Rocío - Condijua</b>               | 566,93     | 566,93     | 113,39     | 680,32              |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>             | 892,67     | 892,67     | 178,53     | 1071,20             |
| Condijua - Lumbaqui                   | 509,62     | 509,62     | 101,92     | 611,55              |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN            | 473,97     | 473,97     | 94,79      | 568,76              |
| Rocío - Chalpi                        | 40,59      | 40,59      | 8,12       | 48,71               |
| Rocío - Beaterio                      | 1258,59    | 1258,59    | 251,72     | 1510,31             |
| Rocío - Ambato                        | 591,28     | 591,28     | 118,26     | 709,54              |
| Rocío - Faisanes                      | 39,30      | 39,30      | 7,86       | 47,17               |
| Rocío - Galápagos                     | 108,44     | 108,44     | 21,69      | 130,13              |
| Rocío - Corazón                       | 39,30      | 39,30      | 7,86       | 47,17               |
| Rocío - Cuenca                        | 51,75      | 51,75      | 10,35      | 62,10               |
| Rocío - Riobamba                      | 27,07      | 27,07      | 5,41       | 32,49               |
| <b>Rocío - Cerro Azul a</b>           | 2235,26    | 2235,26    | 447,05     | 2682,31             |
| <b>Rocío - Cerro Azul b</b>           | 735,01     | 735,01     | 147,00     | 882,01              |
| Cerro Azul A - Fuel Oil               | 103,51     | 103,51     | 20,70      | 124,21              |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 66,56      | 66,56      | 13,31      | 79,87               |
| Cerro Azul A - Pascuales              | 145,54     | 145,54     | 29,11      | 174,65              |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | 1821,09    | 1821,09    | 364,22     | 2185,30             |
| Cerro Azul A - Regional GYE arrendado | 394,02     | 394,02     | 78,80      | 472,83              |
| Cerro Azul B - Manta                  | 96,18      | 96,18      | 19,24      | 115,41              |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | 41,88      | 41,88      | 8,38       | 50,26               |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | 46,82      | 46,82      | 9,36       | 56,18               |

Tabla 3.36. Parámetros propios de la Tecnología (Tercer Año)

## Cuarto Año

| Enlace                                | CIR (Kbps) | BC (KBits) | EIR (Kbps) | Velocidad de Acceso |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|---------------------|
| Rocío - Aeropuerto                    | 27,91      | 27,91      | 5,58       | 33,49               |
| Rocío - Gasolinera                    | 200,01     | 200,01     | 40,00      | 240,02              |
| Rocío - Sto. Domingo                  | 693,88     | 693,88     | 138,78     | 832,66              |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>             | 86,34      | 86,34      | 17,27      | 103,60              |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b>           | 88,94      | 88,94      | 17,79      | 106,73              |
| Rocío - Oyambaro                      | 57,36      | 57,36      | 11,47      | 68,83               |
| <b>Rocío - Condijua</b>               | 619,15     | 619,15     | 123,83     | 742,98              |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>             | 920,87     | 920,87     | 184,17     | 1105,04             |
| Condijua - Lumbaqui                   | 560,45     | 560,45     | 112,09     | 672,54              |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN            | 523,95     | 523,95     | 104,79     | 628,74              |
| Rocío - Chalpi                        | 41,71      | 41,71      | 8,34       | 50,05               |
| Rocío - Beaterio                      | 1324,47    | 1324,47    | 264,89     | 1589,37             |
| Rocío - Ambato                        | 592,96     | 592,96     | 118,59     | 711,55              |
| Rocío - Faisanes                      | 39,86      | 39,86      | 7,97       | 47,84               |
| Rocío - Galápagos                     | 113,19     | 113,19     | 22,64      | 135,82              |
| Rocío - Corazón                       | 39,86      | 39,86      | 7,97       | 47,84               |
| Rocío - Cuenca                        | 53,99      | 53,99      | 10,80      | 64,78               |
| Rocío - Riobamba                      | 27,91      | 27,91      | 5,58       | 33,49               |
| <b>Rocío - Cerro Azul a</b>           | 2342,23    | 2342,23    | 468,45     | 2810,68             |
| <b>Rocío - Cerro Azul b</b>           | 778,11     | 778,11     | 155,62     | 933,73              |
| Cerro Azul A - Fuel Oil               | 107,97     | 107,97     | 21,59      | 129,57              |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 69,63      | 69,63      | 13,93      | 83,56               |
| Cerro Azul A - Pascuales              | 153,08     | 153,08     | 30,62      | 183,69              |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | 1908,80    | 1908,80    | 381,76     | 2290,56             |
| Cerro Azul A - Regional GYE arrendado | 421,77     | 421,77     | 84,35      | 506,13              |
| Cerro Azul B - Manta                  | 100,92     | 100,92     | 20,18      | 121,11              |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | 43,56      | 43,56      | 8,71       | 52,27               |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | 48,77      | 48,77      | 9,75       | 58,52               |

Tabla 3.36. Parámetros propios de la Tecnología (Cuarto Año)

## Quinto Año

| Enlace                      | CIR (Kbps) | BC (Bits) | EIR (Kbps) | Velocidad de Acceso |
|-----------------------------|------------|-----------|------------|---------------------|
| Rocío - Aeropuerto          | 28,83      | 28,83     | 5,77       | 34,59               |
| Rocío - Gasolinera          | 211,05     | 211,05    | 42,21      | 253,26              |
| Rocío - Sto. Domingo        | 700,93     | 700,93    | 140,19     | 841,12              |
| <b>Rocío - Esmeraldas</b>   | 89,25      | 89,25     | 17,85      | 107,10              |
| <b>Rocío - Esmeraldas 2</b> | 92,01      | 92,01     | 18,40      | 110,41              |
| Rocío - Oyambaro            | 59,50      | 59,50     | 11,90      | 71,40               |
| <b>Rocío - Condijua</b>     | 677,51     | 677,51    | 135,50     | 813,01              |
| <b>Rocío - Condijua 2</b>   | 952,35     | 952,35    | 190,47     | 1142,82             |

Tabla 3.36. Parámetros propios de la Tecnología (Quinto Año) (a)



|                                       |         |         |        |         |
|---------------------------------------|---------|---------|--------|---------|
| Condijua - Lumbaqui                   | 617,27  | 617,27  | 123,45 | 740,73  |
| Lumbaqui - Shushufindi PIN            | 579,86  | 579,86  | 115,97 | 695,83  |
| Rocío - Chalpi                        | 42,93   | 42,93   | 8,59   | 51,52   |
| Rocío - Beaterio                      | 1397,91 | 1397,91 | 279,58 | 1677,49 |
| Rocío - Ambato                        | 594,80  | 594,80  | 118,96 | 713,76  |
| Rocío - Faisanes                      | 40,48   | 40,48   | 8,10   | 48,57   |
| Rocío - Galápagos                     | 118,40  | 118,40  | 23,68  | 142,08  |
| Rocío - Corazón                       | 40,48   | 40,48   | 8,10   | 48,57   |
| Rocío - Cuenca                        | 56,44   | 56,44   | 11,29  | 67,72   |
| Rocío - Riobamba                      | 28,83   | 28,83   | 5,77   | 34,59   |
| <b>Rocío - Cerro Azul a</b>           | 2460,46 | 2460,46 | 492,09 | 2952,55 |
| <b>Rocío - Cerro Azul b</b>           | 1000,10 | 1000,10 | 200,02 | 1200,12 |
| Cerro Azul A - Fuel Oil               | 112,87  | 112,87  | 22,57  | 135,45  |
| Cerro Azul A - 3 Bocas                | 73,00   | 73,00   | 14,60  | 87,60   |
| Cerro Azul A - Pascuales              | 161,35  | 161,35  | 32,27  | 193,62  |
| Cerro Azul A - Regional GYE           | 2005,88 | 2005,88 | 401,18 | 2407,05 |
| Cerro Azul A - Regional GYE arrendado | 452,50  | 452,50  | 90,50  | 543,00  |
| Cerro Azul B - Manta                  | 106,13  | 106,13  | 21,23  | 127,36  |
| Cerro Azul B - Cabecera PCO           | 45,39   | 45,39   | 9,08   | 54,47   |
| Cerro Azul B - Ecuafuel               | 50,92   | 50,92   | 10,18  | 61,10   |

Tabla 3.36. Parámetros propios de la Tecnología (Quinto Año) (b)

### 3.4.5 ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS EQUIPOS PARA SOPORTE DE LA TECNOLOGÍA.

Para tener una red que ejecute MPLS, es necesario que todos los equipos que forman la red y encargados del enrutamiento dentro de la misma, tengan la capacidad de reenviar etiquetas y entender algún protocolo para distribución de las mismas. Este no es el caso de los encaminadores Vanguard con los que cuenta actualmente la empresa, debido a que estos únicamente interactúan con una red MPLS en función de consumidores o puntos terminales de VPN, por lo que no están en capacidad de realizar conmutación de etiquetas MPLS.

Con este antecedente, se analizará qué equipos cumplen con las características técnicas, soporte técnico y garantías requeridas, las mismas que se valoraran con diferentes pesos, en base al criterio de adquisición de equipos de Petrocomercial, a continuación se explica lo que se valora en cada una de ellas:

Soporte técnico: Es valorado con mayor puntaje, si la empresa cuenta con personal técnico certificado en los equipos que se va a adquirir, así como soporte del fabricante en el país.

Tiempo de entrega: Se valora el tiempo de entrega de los productos, en ningún caso podrá ser mayor a 60 días.

Garantía extendida: Se entiende por garantía extendida, el reemplazo inmediato del equipo que presente inconvenientes por otro de idénticas características mientras se realice el diagnóstico y reparación o el cambio definitivo del mismo.

En este punto se valora, el tiempo de duración de esta garantía.

### **3.4.5.1 Requerimientos de los equipos**

A continuación se listan los requerimientos tecnológicos mínimos que todos los equipos de la red de área extendida de Petrocomercial, deben soportar:

#### *3.4.5.1.1 Tecnologías WAN a soportar*

- Frame Relay
- Anexo D y LMI
- Maneje VoFR
- FRF.12
- MPLS
- Funcione como LSR y LER
- Manejo de Protocolo LDP
- Manejo de Calidad de servicio con EXP
- IP
- Soporte IPv4
- QoS Diffserv
- Protocolos de enrutamiento RIPv2, OSPF y BGP
- Medios de configuración
  - Consola
  - HTTP

Telnet

- Funciones adicionales opcionales

DHCP Server

NAT

Proxy

HTTP Cache.

#### 3.4.5.1.2 *Requerimientos Físicos de Hardware*

Los requerimientos físicos del hardware se muestran en la tabla 3.38, los requerimientos incluyen memoria flash y RAM tomando como referencia la instalada actualmente.

Para la selección de estos equipos, se ha considerado las opciones que tienen Cisco, 3Com y Nortel. Las 3 empresas tienen equipos con soporte de la tecnología MPLS, además de tener un amplio prestigio internacional en el desarrollo de hardware para nueva tecnología, así como de las prestaciones de todos sus equipos.

Con base a los requerimientos arriba mencionados, en la tabla 3.37 se listan equipos que ofrecen estas 3 marcas como opciones para los distintos sitios remotos.

| Ubicación      | Fabricantes |      |       |
|----------------|-------------|------|-------|
|                | Nortel      | 3Com | Cisco |
| Rocío          | 4100        | 6000 | 3800  |
| Resto de Nodos | 4100        | 5000 | 3800  |

Tabla 3.37. Equipos de Nortel, 3Com y Cisco

| Ubicación              | Velocidad total de enlaces maneja el encaminador | Rendimiento encaminador LAN-WAN primer año, paquete de 60 bytes | Rendimiento encaminador LAN-WAN primer año, paquete de 500 bytes | Rendimiento encaminador LAN-WAN primer año, paquete de 1600 bytes | Puertos WAN E1/T1 | Puertos de voz FXS | Puertos LAN | Memoria RAM | Memoria Flash |
|------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|-------------|---------------|
| Rocío                  | 8524,18                                          | 17758,71                                                        | 2131,05                                                          | 665,95                                                            | 18                | 0                  | 3           | 64          | 8             |
| Beaterio               | 1386,84                                          | 2889,25                                                         | 346,71                                                           | 108,35                                                            | 1                 | 4                  | 1           | 32          | 8             |
| Gasolinera             | 209,37                                           | 436,20                                                          | 52,34                                                            | 16,36                                                             | 1                 | 2                  | 1           | 32          | 8             |
| Aeropuerto             | 28,60                                            | 59,58                                                           | 7,15                                                             | 2,23                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 32          | 8             |
| Ambato                 | 590,09                                           | 1229,35                                                         | 147,52                                                           | 46,10                                                             | 1                 | 2                  | 1           | 32          | 8             |
| Riobamba               | 28,60                                            | 59,58                                                           | 7,15                                                             | 2,23                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 32          | 8             |
| StoDomingo             | 695,38                                           | 1448,71                                                         | 173,84                                                           | 54,33                                                             | 1                 | 4                  | 1           | 32          | 8             |
| EsmeraldasPCO          | 88,54                                            | 184,46                                                          | 22,14                                                            | 6,92                                                              | 3                 | 0                  | 1           | 32          | 8             |
| <b>EsmeraldasPCO 2</b> | <b>91,28</b>                                     | <b>190,16</b>                                                   | <b>22,82</b>                                                     | <b>7,13</b>                                                       | <b>3</b>          | <b>0</b>           | <b>1</b>    | <b>32</b>   | <b>8</b>      |
| EsmeraldasCab          | 28,21                                            | 58,77                                                           | 7,05                                                             | 2,20                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 32          | 8             |
| Esmeraldas Suc         | 61,82                                            | 128,80                                                          | 15,46                                                            | 4,83                                                              | 2                 | 4                  | 1           | 32          | 8             |
| Esmeraldas PIN         | 61,82                                            | 128,80                                                          | 15,46                                                            | 4,83                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 32          | 8             |
| Oyambaro               | 58,22                                            | 121,30                                                          | 14,56                                                            | 4,55                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 32          | 8             |
| Condijua               | 672,14                                           | 1400,30                                                         | 168,04                                                           | 52,51                                                             | 2                 | 0                  | 1           | 32          | 8             |
| <b>Condijua 2</b>      | <b>944,80</b>                                    | <b>1968,34</b>                                                  | <b>236,20</b>                                                    | <b>73,81</b>                                                      | <b>2</b>          | <b>0</b>           | <b>1</b>    | <b>32</b>   | <b>8</b>      |
| <b>Lumbaqui</b>        | <b>612,39</b>                                    | <b>1275,80</b>                                                  | <b>153,10</b>                                                    | <b>47,84</b>                                                      | <b>3</b>          | <b>0</b>           | <b>1</b>    | <b>32</b>   | <b>8</b>      |
| Osayacu                | 629,88                                           | 1312,25                                                         | 157,47                                                           | 49,21                                                             | 1                 | 2                  | 1           | 32          | 8             |
| ShushufindiCab         | 28,21                                            | 58,77                                                           | 7,05                                                             | 2,20                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 32          | 8             |
| ShushufindiSuc         | 539,19                                           | 1123,32                                                         | 134,80                                                           | 42,12                                                             | 1                 | 4                  | 1           | 32          | 8             |
| ShushufindiPIN         | 575,27                                           | 1198,48                                                         | 143,82                                                           | 44,94                                                             | 3                 | 2                  | 1           | 32          | 8             |
| Gaspetsa               | 28,21                                            | 58,77                                                           | 7,05                                                             | 2,20                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 32          | 8             |
| Manta                  | 105,29                                           | 219,36                                                          | 26,32                                                            | 8,23                                                              | 1                 | 2                  | 1           | 32          | 8             |
| Cabecera               | 44,42                                            | 92,54                                                           | 11,10                                                            | 3,47                                                              | 2                 | 2                  | 1           | 32          | 8             |

Tabla 3.38. Requerimientos de Equipos (a)

|                    |         |         |        |        |   |   |   |    |   |
|--------------------|---------|---------|--------|--------|---|---|---|----|---|
| CabeceraPIN        | 44,42   | 92,54   | 11,10  | 3,47   | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| Salitral           | 60,63   | 126,31  | 15,16  | 4,74   | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| Fuel Oil           | 111,98  | 233,29  | 28,00  | 8,75   | 2 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| 3 Bocas            | 72,42   | 150,88  | 18,11  | 5,66   | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| Baltra             | 49,82   | 103,80  | 12,46  | 3,89   | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| Puerto Ayora       | 66,03   | 137,56  | 16,51  | 5,16   | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| Cerro Azul A       | 2440,97 | 5085,35 | 610,24 | 190,70 | 7 | 0 | 1 | 32 | 8 |
| Cerro Azul B       | 992,18  | 2067,04 | 248,05 | 77,51  | 5 | 0 | 1 | 32 | 8 |
| Propanero          | 39,02   | 81,28   | 9,75   | 3,05   | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| Sucursal Libertad  | 45,61   | 95,03   | 11,40  | 3,56   | 1 | 4 | 1 | 32 | 8 |
| Pascuales          | 157,88  | 328,93  | 39,47  | 12,33  | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| Ecuafuel           | 49,82   | 103,80  | 12,46  | 3,89   | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| Cuenca             | 55,22   | 115,05  | 13,81  | 4,31   | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| Regional Guayaquil | 1989,99 | 4145,81 | 497,50 | 155,47 | 4 | 4 | 1 | 32 | 8 |
| Loja               | 76,84   | 160,08  | 19,21  | 6,00   | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| Chalpi             | 42,59   | 88,74   | 10,65  | 3,33   | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| Quijos             | 36,61   | 76,27   | 9,15   | 2,86   | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| Faisanes           | 40,16   | 83,66   | 10,04  | 3,14   | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |
| Corazón            | 40,16   | 83,66   | 10,04  | 3,14   | 1 | 2 | 1 | 32 | 8 |

Tabla 3.38. Requerimientos de Equipos (b)

En la tabla 3.39 se encuentran analizados los factores que los tres representantes de las marcas en el país ofrecen:

| <b>Marca</b> | <b>Soporte técnico</b>   | <b>Tiempo de entrega</b> | <b>Garantía extendida</b>                           |
|--------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------|
| Nortel       | Personal certificado     | 45 días                  | No                                                  |
| 3Com         | Personal de 3Com Ecuador | 30 días                  | Directa de fábrica, inmediata, incluido en el costo |
| Cisco        | Personal certificado     | 30 días                  | Sí, costo adicional                                 |

Tabla 3.39. Soporte de Equipos de Nortel, 3Com y Cisco

En la tabla 3.40 se encuentra la valoración dada a los mismos de acuerdo a la información provista. Los pesos y valoración otorgada fueron realizados con los criterios del Área de Mantenimiento de la Unidad de Sistemas y Telecomunicaciones de la empresa.

|        | <b>Soporte técnico</b> | <b>Tiempo de entrega</b> | <b>Garantía extendida</b> | <b>Valoración</b> |
|--------|------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|
| Peso   | 50%                    | 20%                      | 30%                       | 100%              |
| Nortel | 70                     | 66                       | 0                         | 48,2              |
| 3Com   | 100                    | 100                      | 100                       | 100               |
| Cisco  | 100                    | 100                      | 50                        | 85                |

Tabla 3.40. Análisis de Equipos

En el cuadro siguiente se muestran precios referenciales de los equipos, estos precios en el caso de Nortel y Cisco fueron proporcionados por la empresa Uniplex S.A y en el caso de 3Com por la filial en el país.

| <b>Equipo</b>      | <b>Precio Referencial</b> |
|--------------------|---------------------------|
| Router Nortel 4134 | \$30.000                  |
| Router Cisco 3800  | \$35.000                  |
| 3Com 6000          | \$20.000                  |

Tabla 3.41. Precios de Equipos

Con la información proporcionada, se tiene que la mejor alternativa de equipos para el diseño de la red WAN de Petrocomercial utilizando la tecnología MPLS es la de utilizar equipos 3Com, a pesar de que los equipos Nortel y Cisco tienen muchas más características a nivel de hardware y manejo de tecnología, no poseen equipos con soporte a MPLS de menores características, por lo que su compra representaría una subutilización de los equipos.

En el Anexo 9 (Detalles Técnicos Otros Equipos) se encuentran las características de los equipos con los que se realizó los análisis correspondientes.

### **3.4.6 UBICACIÓN DE LOS NUEVOS EQUIPOS.<sup>[3.1]</sup>**

Para los equipos remotos o extremos se utilizará el encaminador 3Com 5012<sup>18</sup>, ya que los encaminadores 3Com desde la serie 5000 manejan la tecnología MPLS, en los puntos de paso que concentran las conexiones de las estrellas, es decir Esmeraldas, Condijua y Cerro Azul, se ubicaran equipos 3Com 5642 mientras que en el Rocío se ubicará un encaminador 3Com 6080, el equipo de mayores prestaciones de la marca.

A continuación se incluye el detalle de los equipos y tarjetería 3Com a utilizarse en un punto remoto, en un punto de paso y el punto central.

Para un punto remoto:

<sup>18</sup> La selección de los modelos utilizados en este diseño fueron obtenidos a través del asistente de selección de equipos del sitio Web de 3Com

| <b>Código</b> | <b>Descripción</b>                                                              | <b>Cantidad</b> |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 3C13701-US    | 3Com Router 5012 chassis, 1 x 10/100, 1 x Serial, 2 SIC Slots, 1 MIM Slot, 32MB | 1               |
| 3C13720       | 1-Port Fractional T1 interface card for Router 5012                             | 2               |
| 3C13781       | 4-Port Voice Foreign Exchange Service MIM for 5012, 5232, 5642 & 5682           | 1               |

Tabla 3.42. Equipos Nodo Remoto

Para un punto de paso:

| <b>Código</b> | <b>Descripción</b>                                                    | <b>Cantidad</b> |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 3C13755-US    | 3Com Router 5642 chassis, 4 MIM Slots, 32MB                           | 1               |
| 3C13761       | 2-Port 10/100BASE-T Fast Ethernet module for 5012, 5232, 5642 & 5682  | 1               |
| 3C13769A      | 2-Port T1/Channelized T1/PRI interface for 5012, 5232, 5642 & 5682    | 4               |
| 3C13781       | 4-Port Voice Foreign Exchange Service MIM for 5012, 5232, 5642 & 5682 | 1               |

Tabla 3.43. Equipos Nodo de Paso

Para el punto central:

| <b>Código</b> | <b>Descripción</b>                     | <b>Cantidad</b> |
|---------------|----------------------------------------|-----------------|
| 3C13880-US    | 3Com Router 6080 Chassis               | 1               |
| 3C13804       | 3Com Router 6000 Router Processor Unit | 1               |
| 3C13870A      | 3Com Router 4-Port CT1/PRI FIC         | 5               |
| 3C13898A      | T1 Voice FIC for Router 6040, 6080     | 1               |

Tabla 3.44. Equipos Nodo Central

### **3.4.7 CONFIGURACIÓN MODELO DE LOS EQUIPOS ACTUALES Y NUEVOS DE ACUERDO AL DISEÑO.**

En la configuración modelo de los encaminados, se incluye la configuración Frame Relay, IP y la configuración MPLS y QoS MPLS, en la cual se hace



especial énfasis. Al igual que para el diseño Frame Relay se realiza una configuración modelo de un equipo remoto, uno de paso y el central.

### 3.4.7.1 Configuración equipo remoto

Para el ejemplo se va a dar la configuración básica para el nodo en Beaterio:

- Dirección IP

```
[Beaterio] interface serial 1/0/0
[3Com-Serial1/0/0] ip address 172.20.32.102 255.255.255.0
```

- Configurar interfaz E1-F

```
[Beaterio] interface serial 1/0/0
[Beaterio-Serial1/0/0] fe1 timeslot-list 1-31
[Beaterio-Serial1/0/0] fe1 code hdb3
[Beaterio-Serial1/0/0] fe1 clock slave
[Beaterio-Serial1/0/0] fe1 frame-format crc4
```

- Frame Relay

- a) Encapsulación del interface como Frame Relay

```
[Beaterio-Serial1/0/0] link-protocol fr
[Beaterio-Serial1/0/0] fr interface-type dte
```

- b) Mapeo de direcciones dinámico

```
[Beaterio-Serial1/0/0] fr inarp
[Beaterio-Serial1/0/0] Fr dlci 16
```

- c) Parámetros Frame Relay

```
[Beaterio-Serial1/0/0] fr class name
[Beaterio-Serial1/0/0] fr traffic-shaping
[Beaterio-Serial1/0/0] cbs outbound 1398000
[Beaterio-Serial1/0/0] ebs outbound 279600
[Beaterio-Serial1/0/0] cir allow outbound 1398000
```

- Configuración interfaz LAN

```
[Beaterio] interface ethernet 0/0/0
[Beaterio-Ethernet0/0/0] ip address 172.20.221.11 255.255.255.0
```

- Rutas Estáticas

```
[Beaterio] ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 172.20.32.70
```

- Configuración MPLS

- a) Configuración LSR ID

```
[Beaterio] mpls lsr-id 172.20.32.102
```

- b) Habilitar MPLS

```
[Beaterio] mpls
```

- c) Habilitar Protocolo LDP

```
[Beaterio] mpls ldp
```

- d) Ingresar a la vista de Interface y habilitar la función LDP

```
[Beaterio] interface serial 1/0/0
[Beaterio-Serial1/0/0] mpls ldp enable
```

- e) QoS Mpls

Definimos los tráficos de las aplicaciones de la empresa, que no son conocidos por el ruteador, determinando el tipo de servicio y puerto que utilizan. Para esto utilizamos una característica de los equipos 3Com llamada DAR (*Deeper Application Recognition, Reconocimiento Profunda de Aplicaciones*).

```
< Beaterio > system-view
[Beaterio] dar protocol vnc udp port range 5900 5910
[Beaterio] dar protocol dns udp port 53
[Beaterio] dar protocol vnc udp port range 5900 5910
[Beaterio] dar protocol netbios udp port range 137 139
[Beaterio] dar protocol act_directory other port 445
[Beaterio] dar protocol ldap tcp port 389
[Beaterio] dar protocol kerberos other port range 88,749
[Beaterio] dar protocol dhcp udp port 547
[Beaterio] dar protocol bits udp port 447
[Beaterio] dar protocol cifs other port 446
[Beaterio] dar protocol default other
```

```
[Beaterio] dar protocol lotus other port 11352
[Beaterio] dar protocol lotus other port 11352
[Beaterio] dar protocol telnet5250 other port 23
[Beaterio] dar protocol serv_web other port range 9440 9540
```

- i) **Se definen clases para la calidad de servicio y se las asocia con el DSCP y tipo de tráfico correspondiente.**

```
[Beaterio] traffic classifier af4
[Beaterio-classifier-af4] if-match dscp af4
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol smtp
[Beaterio-classifier-af4] traffic classifier BE
[Beaterio-classifier-BE] if-match dscp BE
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol web
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol netbios
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol bits
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol cifs
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol deefault
[Beaterio-classifier-BE] traffic classifier af31
[Beaterio-classifier-af31] if-match dscp af31
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol vnc
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol act_directory
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol ldap
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol kerberos
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol dhcp
[Beaterio-classifier-af31] traffic classifier af32
[Beaterio-classifier-af32] if-match dscp af32
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol dns
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol nsmpp
[Beaterio-classifier-af32] traffic classifier af33
[Beaterio-classifier-af33] if-match dscp af33
[Beaterio-classifier-af33] traffic classifier EF
[Beaterio-classifier-EF] if-match dscp EF
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol rtp
[Beaterio-classifier-EF] traffic classifier af1
[Beaterio-classifier-af1] if-match dscp af1
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol lotus
[Beaterio-classifier-af1] traffic classifier af21
[Beaterio-classifier-af21] if-match dscp af21
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol telnet5250
[Beaterio-classifier-af21] traffic classifier af22
[Beaterio-classifier-af22] if-match dscp af22
[Beaterio-classifier-af22] traffic classifier af2
[Beaterio-classifier-af2] if-match dscp af2
[Beaterio-classifier-af4] if-match protocol serv_web
[Beaterio-classifier-af2] quit
```

- ii) Se definen comportamientos de tráfico y se configura el valor EXP para los paquetes MPLS

```
[Beaterio] traffic behavior exp1
[Beaterio-behavior-exp1] remark mpls-exp 1
[Beaterio-behavior-exp1] traffic behavior exp2
[Beaterio-behavior-exp2] remark mpls-exp 2
[Beaterio-behavior-exp2] traffic behavior exp3
[Beaterio-behavior-exp3] remark mpls-exp 3
[Beaterio-behavior-exp3] traffic behavior exp4
[Beaterio-behavior-exp4] remark mpls-exp 4
[Beaterio-behavior-exp3] traffic behavior exp5
[Beaterio-behavior-exp4] remark mpls-exp 5
[Beaterio-behavior-exp3] traffic behavior exp6
[Beaterio-behavior-exp4] remark mpls-exp 6
[Beaterio-behavior-exp3] traffic behavior exp7
[Beaterio-behavior-exp4] remark mpls-exp 7
[Beaterio-behavior-exp3] traffic behavior exp8
[Beaterio-behavior-exp4] remark mpls-exp 8
[Beaterio-behavior-exp4] quit
```

- iii) Se definen políticas de QoS, se asocia el campo EXP con las clases creadas.

```
[Beaterio] qos policy BEA
[Beaterio-qospolicy-BEA] classifier ef behavior exp1
[Beaterio-qospolicy-BEA] classifier af1 behavior exp2
[Beaterio-qospolicy-BEA] classifier af21 behavior exp3
[Beaterio-qospolicy-BEA] classifier af2 behavior exp3
[Beaterio-qospolicy-BEA] classifier af22 behavior exp4
[Beaterio-qospolicy-BEA] classifier af31 behavior exp5
[Beaterio-qospolicy-BEA] classifier af32 behavior exp5
[Beaterio-qospolicy-BEA] classifier af4 behavior exp6
[Beaterio-qospolicy-BEA] classifier af33 behavior exp6
[Beaterio-qospolicy-BEA] classifier be behavior exp7
[Beaterio-qospolicy-BEA] quit
```

- iv) Aplicar la política de QoS al interfaz

```
[Beaterio] interface serial 1/0/0
[Beaterio-Serial1/0/0] qos apply policy BEA outbound
[Beaterio-Serial1/0/0] quit
```

### 3.4.7.2 Configuración equipo de paso

Para este ejemplo se realizará la configuración básica para el nodo en Esmeraldas. Aquí, a diferencia del nodo remoto, se tienen que configurar varios interfaces seriales que corresponden a los nodos remotos que este equipo interconecta con el nodo central.

- Dirección IP

- a) interfaz que se conecta con el equipo central

```
[Esmeraldas] interface serial 1/0/0
[Esmeraldas-Serial1/0/0] ip address 172.20.32.34 255.255.255.0
```

- b) interfaz que se conecta con el equipo “Gaspetsa”

```
[Esmeraldas] interface serial 2/0/0
[Esmeraldas-Serial2/0/0] ip address 172.20.36.2 255.255.255.0
```

- c) interfaz que se conecta con el equipo “Cabecera PCO”

```
[Esmeraldas] interface serial 3/0/0
[Esmeraldas-Serial3/0/0] ip address 172.20.36.1 255.255.255.0
```

- d) interfaz que se conecta con el equipo “Esmeraldas 1 ”

```
[Esmeraldas] interface serial 4/0/0
[Esmeraldas-Serial4/0/0] ip address 172.20.36.43 255.255.255.0
```

- Configurar interfaz E1-F

- a) interfaz que se conecta con el equipo central

```
[Esmeraldas] interface serial 1/0/0
[Esmeraldas-Serial1/0/0] fe1 timeslot-list 1-31
[Esmeraldas-Serial1/0/0] fe1 code hdb3
[Esmeraldas-Serial1/0/0] fe1 clock slave
[Esmeraldas-Serial1/0/0] fe1 frame-format crc4
```

- b) interfaz que se conecta con el equipo “Gaspetsa”

```
[Esmeraldas] interface serial 2/0/0
```

```
[Esmeraldas-Serial2/0/0] fe1 timeslot-list 1-31
[Esmeraldas-Serial2/0/0] fe1 code hdb3
[Esmeraldas-Serial2/0/0] fe1 clock master
[Esmeraldas-Serial2/0/0] fe1 frame-format crc4
```

c) interfaz que se conecta con el equipo “Cabecera PCO”

```
[Esmeraldas] interface serial 3/0/0
[Esmeraldas-Serial3/0/0] fe1 timeslot-list 1-31
[Esmeraldas-Serial3/0/0] fe1 code hdb3
[Esmeraldas-Serial3/0/0] fe1 clock masster
[Esmeraldas-Serial3/0/0] fe1 frame-format crc4
```

d) interfaz que se conecta con el equipo “Esmeraldas 1”

```
[Esmeraldas] interface serial 4/0/0
[Esmeraldas-Serial4/0/0] fe1 timeslot-list 1-31
[Esmeraldas-Serial4/0/0] fe1 code hdb3
[Esmeraldas-Serial4/0/0] fe1 clock masster
[Esmeraldas-Serial4/0/0] fe1 frame-format crc4
```

- Frame Relay

a) Encapsulación del interfaz como Frame Relay y Mapeo de direcciones

i) interfaz que se conecta con el equipo central

```
[Esmeraldas-Serial1/0/0] link-protocol fr
[Esmeraldas-Serial1/0/0] fr interface-type dte
[Esmeraldas-Serial1/0/0] fr inarp
[Esmeraldas-Serial1/0/0] Fr dlci 16
```

ii) interfaz que se conecta con el equipo “Gaspetsa”

```
[Esmeraldas-Serial2/0/0] link-protocol fr
[Esmeraldas-Serial2/0/0] fr interface-type dce
[Esmeraldas-Serial2/0/0] fr inarp
[Esmeraldas-Serial2/0/0] Fr dlci 16
```

iii) interfaz que se conecta con el equipo “Cabecera PCO”

```
[Esmeraldas-Serial3/0/0] link-protocol fr
[Esmeraldas-Serial3/0/0] fr interface-type dce
[Esmeraldas-Serial3/0/0] fr inarp
[Esmeraldas-Serial3/0/0] Fr dlci 16
```

iv) interfaz que se conecta con el equipo “Esmeraldas 1”

```
[Esmeraldas-Serial4/0/0] link-protocol fr
[Esmeraldas-Serial4/0/0] fr interface-type dce
```

```
[Esmeraldas-Serial4/0/0] fr inarp
[Esmeraldas-Serial4/0/0] Fr dlci 16
```

## b) Parámetros Frame Relay

### i) interfaz que se conecta con el equipo central

```
[Esmeraldas-Serial1/0/0] fr class name
[Esmeraldas-Serial1/0/0] fr traffic-shaping
[Esmeraldas-Serial1/0/0] cbs outbound 89250
[Esmeraldas-Serial1/0/0] ebs outbound 17850
[Esmeraldas-Serial1/0/0] cir allow outbound 89250
```

### ii) interfaz que se conecta con el equipo “Gaspetsa”

```
[Esmeraldas-Serial2/0/0] fr class name
[Esmeraldas-Serial2/0/0] fr traffic-shaping
[Esmeraldas-Serial2/0/0] cbs outbound 28210
[Esmeraldas-Serial2/0/0] ebs outbound 5642
[Esmeraldas-Serial2/0/0] cir allow outbound 28210
```

### iii) interfaz que se conecta con el equipo “Cabecera PCO”

```
[Esmeraldas-Serial3/0/0] fr class name
[Esmeraldas-Serial3/0/0] fr traffic-shaping
[Esmeraldas-Serial3/0/0] cbs outbound 28210
[Esmeraldas-Serial3/0/0] ebs outbound 5642
[Esmeraldas-Serial3/0/0] cir allow outbound 28210
```

### iv) interfaz que se conecta con el equipo “Esmeraldas”

```
[Esmeraldas -Serial4/0/0] fr class name
[Esmeraldas -Serial4/0/0] fr traffic-shaping
[Esmeraldas -Serial4/0/0] cbs outbound 88540
[Esmeraldas -Serial4/0/0] ebs outbound 17708
[Esmeraldas -Serial4/0/0] cir allow outbound 88540
```

- Configuración interfaz LAN

```
[Esmeraldas] interface ethernet 0/0/0
[Esmeraldas-Ethernet0/0/0] ip address 172.20.68.11 255.255.255.0
```

- Rutas Estáticas

```
default
[Esmeraldas] ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 172.20.32.2
Cabecera pco
[Esmeraldas] ip route-static 172.20.64.0 255.255.255.0 172.20.36.33
```

Gaspetsa

```
[Esmeraldas] ip route-static 172.20.65.0 255.255.255.0 172.20.36.34
```

Esm sucursal y PIN

```
[3Com] ip route-static 172.20.66.0 255.255.254.0 172.20.36.5
```

- **Configuración MPLS**

- a) **Configuración LSR ID**

```
[Esmeraldas] mpls lsr-id 172.20.32.34
```

- b) **Habilitar MPLS**

```
[Esmeraldas] mpls
```

- c) **Habilitar Protocolo LDP**

```
[Esmeraldas] mpls ldp
```

- d) **Ingresar a la vista de Interfaz y habilitar la función LDP**

```
[Esmeraldas] interface serial 1/0/0
```

```
[Esmeraldas-Serial1/0/0] mpls ldp enable
```

```
[Esmeraldas-Serial1/0/0] exit
```

```
[Esmeraldas] interface serial 2/0/0
```

```
[Esmeraldas-Serial2/0/0] mpls ldp enable
```

```
[Esmeraldas-Serial2/0/0]exit
```

```
[Esmeraldas] interface serial 3/0/0
```

```
[Esmeraldas-Serial3/0/0] mpls ldp enable
```

```
[Esmeraldas-Serial3/0/0]exit
```

```
[Esmeraldas] interface ethernet 1/0/0
```

```
[Esmeraldas-Ethernet1/0/0] mpls ldp enable
```

```
[Esmeraldas-Ethernet1/0/0]exit
```

- e) **QoS MPLS**

- i) **Definimos los tipos de trafico no conocidos por el equipo**

```
< Esmeraldas > system-view
```

```
[Esmeraldas] dar protocol vnc udp port range 5900 5910
```

```
[Esmeraldas] dar protocol dns udp port 53
```

```
[Esmeraldas] dar protocol vnc udp port range 5900 5910
```

```
[Esmeraldas] dar protocol netbios udp port range 137 139
```

```
[Esmeraldas] dar protocol act_directory other port 445
```

```
[Esmeraldas] dar protocol ldap tcp port 389
```

```
[Esmeraldas] dar protocol Kerberos other port range 88,749
```

```
[Esmeraldas] dar protocol dhcp udp port 547
```

```
[Esmeraldas] dar protocol bits udp port 447
```

```
[Esmeraldas] dar protocol cifs other port 446
```

```
[Esmeraldas] dar protocol default other
```

```
[Esmeraldas] dar protocol lotus other port 11352
```

```
[Esmeraldas] dar protocol lotus other port 11352
```

```
[Esmeraldas] dar protocol telnet5250 other port 23
```



```
[Esmeraldas] dar protocol serv_web other port range 9440 9540
```

- f) Se definen clases para la calidad de servicio y se las asocia respectivamente con los paquetes MPLS con valores EXP 1,2..7.

```
[Esmeraldas] traffic classifier EXP1
[Esmeraldas-classifier-EXP1] if-match mpls-exp1
[Esmeraldas-classifier-EXP1] traffic classifier EXP2
[Esmeraldas-classifier-EXP2] if-match mpls-exp2
[Esmeraldas-classifier-EXP2] traffic classifier EXP3
[Esmeraldas-classifier-EXP3] if-match mpls-exp3
[Esmeraldas-classifier-EXP3] traffic classifier EXP4
[Esmeraldas-classifier-EXP4] if-match mpls-exp4
[Esmeraldas-classifier-EXP4] traffic classifier EXP5
[Esmeraldas-classifier-EXP5] if-match mpls-exp5
[Esmeraldas-classifier-EXP5] traffic classifier EXP6
[Esmeraldas-classifier-EXP6] if-match mpls-exp6
[Esmeraldas-classifier-EXP6] traffic classifier EXP7
[Esmeraldas-classifier-EXP7] if-match mpls-exp7
[Esmeraldas-classifier-EXP7] quit
```

- g) Se definen comportamientos de tráfico para los paquetes que van hacia Gaspetsa y se configura diferentes anchos de banda (en porcentaje) y niveles de retardo.

```
[Esmeraldas] traffic behavior AF4_G
[Esmeraldas-behavior-AF4_G] queue af bandwidth pct 0,3
[Esmeraldas-behavior-AF4_G] traffic behavior BE_G
[Esmeraldas-behavior-BE_G] queue be bandwidth pct 32,8
[Esmeraldas-behavior-BE_G] traffic behavior AF31_G
[Esmeraldas-behavior-AF31_G] queue af bandwidth pct 1,1
[Esmeraldas-behavior-AF31_G] traffic behavior AF32_G
[Esmeraldas-behavior-AF32_G] queue af bandwidth pct 0,5
[Esmeraldas-behavior-AF32_G] traffic behavior AF33_G
[Esmeraldas-behavior-AF33_G] queue af bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-AF33_G] traffic behavior EF_G
[Esmeraldas-behavior-EF_G] queue ef bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-EF_G] traffic behavior AF1_G
[Esmeraldas-behavior-AF1_G] queue af bandwidth pct 17,4
[Esmeraldas-behavior-AF1_G] traffic behavior AF21_G
[Esmeraldas-behavior-AF21_G] queue af bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-AF21_G] traffic behavior AF22_G
[Esmeraldas-behavior-AF22_G] queue af bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-AF22_G] traffic behavior AF2_G
[Esmeraldas-behavior-AF2_G] queue af bandwidth pct 5,4
```

```
[Esmeraldas-behavior-AF2_G] quit
```

- h) Se definen comportamientos de tráfico para los paquetes que van hacia Cabecera PCO y se configura diferentes anchos de banda (en porcentaje) y niveles de retardo.

```
[Esmeraldas] traffic behavior AF4_C
[Esmeraldas-behavior-AF4_C] queue af bandwidth pct 0,3
[Esmeraldas-behavior-AF4_C] traffic behavior BE_C
[Esmeraldas-behavior-BE_C] queue be bandwidth pct 32,8
[Esmeraldas-behavior-BE_C] traffic behavior AF31_C
[Esmeraldas-behavior-AF31_C] queue af bandwidth pct 1,1
[Esmeraldas-behavior-AF31_C] traffic behavior AF32_C
[Esmeraldas-behavior-AF32_C] queue af bandwidth pct 0,5
[Esmeraldas-behavior-AF32_C] traffic behavior AF33_C
[Esmeraldas-behavior-AF33_C] queue af bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-AF33_C] traffic behavior EF_C
[Esmeraldas-behavior-EF_C] queue ef bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-EF_C] traffic behavior AF1_C
[Esmeraldas-behavior-AF1_C] queue af bandwidth pct 17,4
[Esmeraldas-behavior-AF1_C] traffic behavior AF21_C
[Esmeraldas-behavior-AF21_C] queue af bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-AF21_C] traffic behavior AF22_C
[Esmeraldas-behavior-AF22_C] queue af bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-AF22_C] traffic behavior AF2_C
[Esmeraldas-behavior-AF2_C] queue af bandwidth pct 5,4
[Esmeraldas-behavior-AF2_C] quit
```

- i) Se definen comportamientos de tráfico para los paquetes que van hacia Esmeraldas 1 y se configura diferentes anchos de banda (en porcentaje) y niveles de retardo.

```
[Esmeraldas] traffic behavior AF4_E
[Esmeraldas-behavior-AF4_E] queue af bandwidth pct 0,3
[Esmeraldas-behavior-AF4_E] traffic behavior BE_E
[Esmeraldas-behavior-BE_E] queue be bandwidth pct 34,9
[Esmeraldas-behavior-BE_E] traffic behavior AF31_E
[Esmeraldas-behavior-AF31_E] queue af bandwidth pct 1,2
[Esmeraldas-behavior-AF31_E] traffic behavior AF32_E
[Esmeraldas-behavior-AF32_E] queue af bandwidth pct 0,5
[Esmeraldas-behavior-AF32_E] traffic behavior AF33_E
[Esmeraldas-behavior-AF33_E] queue af bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-AF33_E] traffic behavior EF_E
[Esmeraldas-behavior-EF_E] queue ef bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-EF_E] traffic behavior AF1_E
```

```
[Esmeraldas-behavior-AF1_E] queue af bandwidth pct 18,6
[Esmeraldas-behavior-AF1_E] traffic behavior AF21_E
[Esmeraldas-behavior-AF21_E] queue af bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-AF21_E] traffic behavior AF22_E
[Esmeraldas-behavior-AF22_E] queue af bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-AF22_E] traffic behavior AF2_E
[Esmeraldas-behavior-AF2_E] queue af bandwidth pct 5,7
[Esmeraldas-behavior-AF2_E] quit
```

- j) Se definen comportamientos de tráfico para los paquetes que van hacia Rocío y se configura diferentes anchos de banda (en porcentaje) y niveles de retardo.

```
[Esmeraldas] traffic behavior AF4_R
[Esmeraldas-behavior-AF4_R] queue af bandwidth pct 0,3
[Esmeraldas-behavior-AF4_R] traffic behavior BE_R
[Esmeraldas-behavior-BE_R] queue be bandwidth pct 33,5
[Esmeraldas-behavior-BE_R] traffic behavior AF31_R
[Esmeraldas-behavior-AF31_R] queue af bandwidth pct 1,1
[Esmeraldas-behavior-AF31_R] traffic behavior AF32_R
[Esmeraldas-behavior-AF32_R] queue af bandwidth pct 0,5
[Esmeraldas-behavior-AF32_R] traffic behavior AF33_R
[Esmeraldas-behavior-AF33_R] queue af bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-AF33_R] traffic behavior EF_R
[Esmeraldas-behavior-EF_R] queue ef bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-EF_R] traffic behavior AF1_R
[Esmeraldas-behavior-AF1_R] queue af bandwidth pct 17,8
[Esmeraldas-behavior-AF1_R] traffic behavior AF21_R
[Esmeraldas-behavior-AF21_R] queue af bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-AF21_R] traffic behavior AF22_R
[Esmeraldas-behavior-AF22_R] queue af bandwidth pct 0
[Esmeraldas-behavior-AF22_R] traffic behavior AF2_R
[Esmeraldas-behavior-AF2_R] queue af bandwidth pct 5,5
[Esmeraldas-behavior-AF2_R] quit
```

- k) Se definen políticas de QoS, se asocia el campo EXP con las clases creadas.

```
[Esmeraldas] qos policy GASPETSA
[Esmeraldas-qospolicy-GASPETSA] classifier EXP1 behavior EF_G
[Esmeraldas-qospolicy-GASPETSA] classifier EXP2 behavior AF1_G
[Esmeraldas-qospolicy-GASPETSA] classifier EXP3 behavior AF21_G
[Esmeraldas-qospolicy-GASPETSA] classifier EXP3 behavior AF2_G
[Esmeraldas-qospolicy-GASPETSA] classifier EXP4 behavior AF22_G
[Esmeraldas-qospolicy-GASPETSA] classifier EXP5 behavior AF31_G
```

```
[Esmeraldas-qospolicy-GASPETSA] classifier EXP5 behavior AF32_G
[Esmeraldas-qospolicy-GASPETSA] classifier EXP6 behavior AF4_G
[Esmeraldas-qospolicy-GASPETSA] classifier EXP6 behavior AF33_G
[Esmeraldas-qospolicy-GASPETSA] classifier EXP7 behavior BE_G
[Esmeraldas-qospolicy-GASPETSA] quit
```

```
[Esmeraldas] qos policy CAB_PCO
[Esmeraldas-qospolicy-CAB_PCO] classifier EXP1 behavior EF_C
[Esmeraldas-qospolicy-CAB_PCO] classifier EXP2 behavior AF1_C
[Esmeraldas-qospolicy-CAB_PCO] classifier EXP3 behavior AF21_C
[Esmeraldas-qospolicy-CAB_PCO] classifier EXP3 behavior AF2_C
[Esmeraldas-qospolicy-CAB_PCO] classifier EXP4 behavior AF22_C
[Esmeraldas-qospolicy-CAB_PCO] classifier EXP5 behavior AF31_C
[Esmeraldas-qospolicy-CAB_PCO] classifier EXP5 behavior AF32_C
[Esmeraldas-qospolicy-CAB_PCO] classifier EXP6 behavior AF4_C
[Esmeraldas-qospolicy-CAB_PCO] classifier EXP6 behavior AF33_C
[Esmeraldas-qospolicy-CAB_PCO] classifier EXP7 behavior BE_C
[Esmeraldas-qospolicy-CAB_PCO] quit
```

```
[Esmeraldas] qos policy ESM
[Esmeraldas-qospolicy-ESM] classifier EXP1 behavior EF_E
[Esmeraldas-qospolicy-ESM] classifier EXP2 behavior AF1_E
[Esmeraldas-qospolicy-ESM] classifier EXP3 behavior AF21_E
[Esmeraldas-qospolicy-ESM] classifier EXP3 behavior AF2_E
[Esmeraldas-qospolicy-ESM] classifier EXP4 behavior AF22_E
[Esmeraldas-qospolicy-ESM] classifier EXP5 behavior AF31_E
[Esmeraldas-qospolicy-ESM] classifier EXP5 behavior AF32_E
[Esmeraldas-qospolicy-ESM] classifier EXP6 behavior AF4_E
[Esmeraldas-qospolicy-ESM] classifier EXP6 behavior AF33_E
[Esmeraldas-qospolicy-ESM] classifier EXP7 behavior BE_E
[Esmeraldas-qospolicy-ESM] quit
```

```
[Esmeraldas] qos policy ROCIO
[Esmeraldas-qospolicy-ROCIO] classifier EXP1 behavior EF_R
[Esmeraldas-qospolicy-ROCIO] classifier EXP2 behavior AF1_R
[Esmeraldas-qospolicy-ROCIO] classifier EXP3 behavior AF21_R
[Esmeraldas-qospolicy-ROCIO] classifier EXP3 behavior AF2_R
[Esmeraldas-qospolicy-ROCIO] classifier EXP4 behavior AF22_R
[Esmeraldas-qospolicy-ROCIO] classifier EXP5 behavior AF31_R
[Esmeraldas-qospolicy-ROCIO] classifier EXP5 behavior AF32_R
[Esmeraldas-qospolicy-ROCIO] classifier EXP6 behavior AF4_R
[Esmeraldas-qospolicy-ROCIO] classifier EXP6 behavior AF33_R
[Esmeraldas-qospolicy-ROCIO] classifier EXP7 behavior BE_R
[Esmeraldas-qospolicy-ROCIO] quit
```

## l) Aplicar la política de QoS a los interfaces

```
[Esmeraldas] interface serial 1/0/0
```

```
[Esmeraldas-Serial1/0/0] qos apply policy ROOCIO outbound
[Esmeraldas-Serial1/0/0] quit

[Esmeraldas] interface serial 2/0/0
[Esmeraldas-Serial2/0/0] qos apply policy GASPETSA outbound
[Esmeraldas-Serial2/0/0] quit

[Esmeraldas] interface serial 3/0/0
[Esmeraldas-Serial3/0/0] qos apply policy CAB_PCO outbound
[Esmeraldas-Serial3/0/0] quit

[Esmeraldas] interface serial 4/0/0
[Esmeraldas-Serial4/0/0] qos apply policy ESM outbound
[Esmeraldas-Serial4/0/0] quit
```

### 3.4.7.3 Configuración equipo central

El nodo central se encuentra en el edificio El Rocío. Aquí se tienen que configurar los interfaces seriales para conexión con cada centro de estrella y con los nodos remotos conectados directamente a él. Para el ejemplo se considera un centro de estrella (Condijua) y un sitio remoto directo (Beaterio).

- Dirección IP

- a) interfaz que se conecta con el equipo en Condijua

```
[Rocio] interface serial 1/0/0
[Rocio-Serial1/0/0] ip address 172.20.32.3 255.255.255.0
```

- b) interfaz que se conecta con el equipo en Beaterio

```
[Rocio] interface serial 2/0/0
[Rocio-Serial2/0/0] ip address 172.20.36.3 255.255.255.0
```

- Configurar interfaz E1-F

- a) interfaz que se conecta con el equipo en Condijua

```
[Rocío] interface serial 1/0/0
[Rocio-Serial1/0/0] fe1 timeslot-list 1-15
[Rocio-Serial1/0/0] fe1 code hdb3
[Rocio-Serial1/0/0] fe1 clock master
[Rocio-Serial1/0/0] fe1 frame-format crc4
```

b) interfaz que se conecta con el equipo Beaterio

```
[Rocio] interface serial 2/0/0
[Rocio-Serial2/0/0] fe1 timeslot-list 1-31
[Rocio-Serial2/0/0] fe1 code hdb3
[Rocio-Serial2/0/0] fe1 clock master
[Rocio-Serial2/0/0] fe1 frame-format crc4
```

- **Frame Relay**

a) Encapsulación del interfaz como Frame Relay y Mapeo de direcciones dinámico

i) interfaz que se conecta con el equipo en Condijua

```
[Rocio-Serial1/0/0] link-protocol fr
[Rocio-Serial1/0/0] fr interface-type dte
[Rocio-Serial1/0/0] fr inarp
[Rocio-Serial1/0/0] Fr dlci 16
```

ii) interfaz que se conecta con el equipo Beaterio

```
[Rocio-Serial2/0/0] link-protocol fr
[Rocio-Serial2/0/0] fr interface-type dce
[Rocio-Serial2/0/0] fr inarp
[Rocio-Serial2/0/0] Fr dlci 16
```

b) **Parámetros Frame Relay**

i) interfaz que se conecta con el equipo en Condijua

```
[Rocio-Serial1/0/0] fr class name
[Rocio-Serial1/0/0] fr traffic-shaping
[Rocio-Serial1/0/0] cbs outbound 677510
[Rocio-Serial1/0/0] ebs outbound 135502
[Rocio-Serial1/0/0] cir allow outbound 677510
```

ii) interfaz que se conecta con el equipo Beaterio

```
[Rocio-Serial2/0/0] fr class name
[Rocio-Serial2/0/0] fr traffic-shaping
[Rocio-Serial2/0/0] cbs outbound 1398000
[Rocio-Serial2/0/0] ebs outbound 279600
[Rocio-Serial2/0/0] cir allow outbound 1398000
```

- **Configuración interfaz LAN**

```
[Rocio] interface ethernet 0/0/0
[Rocio-Ethernet0/0/0] ip address 172.20.208.0 255.255.248.0
```

- **Rutas Estáticas**

```
wan occidente
[Rocio] ip route-static 172.20.36.32 255.255.255.224 172.20.32.33
[Rocio] ip route-static 172.20.36.32 255.255.255.224 172.20.32.34
wan oriente
[Rocio] ip route-static 172.20.36.96 255.255.255.224 172.20.32.35
[Rocio] ip route-static 172.20.36.96 255.255.255.224 172.20.32.36
wan sur
[Rocio] ip route-static 172.20.36.160 255.255.255.224 172.20.32.37
[Rocio] ip route-static 172.20.36.160 255.255.255.224 172.20.32.38
Lan occidente
[Rocio] ip route-static 172.20.64.0 255.255.224.0 172.20.32.33
[Rocio] ip route-static 172.20.64.0 255.255.224.0 172.20.32.34
Lan oriente
[Rocio] ip route-static 172.20.96.0 255.255.224.0 172.20.32.35
[Rocio] ip route-static 172.20.96.0 255.255.224.0 172.20.32.36
Lan sur
[Rocio] ip route-static 172.20.128.0 255.255.224.0 172.20.32.37
[Rocio] ip route-static 172.20.128.0 255.255.224.0 172.20.32.38
```

- **Configuración MPLS**

- a) **Configuración LSR ID**

```
[Rocio] mpls lsr-id 172.20.32.3
```

- b) **Habilitar MPLS**

```
[Rocio] mpls
```

- c) **Habilitar Protocolo LDP**

```
[Rocio] mpls ldp
```

- d) **Ingresar a la vista de Interfaz y habilitar la función LDP**

```
[Rocio] interface serial 1/0/0
[Rocio-Serial1/0/0] mpls ldp enable
[Rocio-Serial1/0/0] exit

[Rocio] interface serial 2/0/0
[Rocio-Serial2/0/0] mpls ldp enable
[Rocio-Serial2/0/0]exit

[Rocio] interface ethernet 1/0/0
[Rocio-Ethernet0/0/0] mpls ldp enable
[Rocio-Ethernet0/0/0]exit
```

## e) QoS MPLS

Para este nodo se tienen que definir una política para los paquetes que salen hacia los sitios remotos y otra para los paquetes provenientes de la LAN (interfaz Ethernet0)

## f) Definimos los tráficos no conocidos por el equipo

```
< Rocio > system-view
[Rocio] dar protocol vnc udp port range 5900 5910
[Rocio] dar protocol dns udp port 53
[Rocio] dar protocol vnc udp port range 5900 5910
[Rocio] dar protocol netbios udp port range 137 139
[Rocio] dar protocol act_directory other port 445
[Rocio] dar protocol ldap tcp port 389
[Rocio] dar protocol Kerberos other port range 88,749
[Rocio] dar protocol dhcp udp port 547
[Rocio] dar protocol bits udp port 447
[Rocio] dar protocol cifs other port 446
[Rocio] dar protocol default other
[Rocio] dar protocol lotus other port 11352
[Rocio] dar protocol lotus other port 11352
[Rocio] dar protocol telnet5250 other port 23
[Rocio] dar protocol serv_web other port range 9440 9540
```

## g) Se definen clases para la calidad de servicio de los paquetes que vienen de la LAN y se las asocia con el DSCP y tipo de tráfico correspondiente.

```
[Rocio] traffic classifier af4
[Rocio -classifier-af4] if-match dscp af4
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol smtp
[Rocio -classifier-af4] traffic classifier be
[Rocio -classifier-BE] if-match dscp BE
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol web
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol netbios
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol bits
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol cifs
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol deefault
[Rocio -classifier-BE] traffic classifier af31
[Rocio -classifier-af31] if-match dscp af31
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol vnc
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol act_directory
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol ldap
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol kerberos
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol dhcp
[Rocio -classifier-af31] traffic classifier af32
```



```

[Rocio -classifier-af32] if-match dscp af32
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol dns
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol snmp
[Rocio -classifier-af32] traffic classifier af33
[Rocio -classifier-af33] if-match dscp af33
[Rocio -classifier-af33] traffic classifier ef
[Rocio -classifier-EF] if-match dscp EF
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol rtp
[Rocio -classifier-EF] traffic classifier af1
[Rocio -classifier-af1] if-match dscp af1
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol lotus
[Rocio -classifier-af1] traffic classifier af21
[Rocio -classifier-af21] if-match dscp af21
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol telnet5250
[Rocio -classifier-af21] traffic classifier af22
[Rocio -classifier-af22] if-match dscp af22
[Rocio -classifier-af22] traffic classifier af2
[Rocio -classifier-af2] if-match dscp af2
[Rocio -classifier-af4] if-match protocol serv_web
[Rocio -classifier-af2] quit

```

- h) Se definen clases para la calidad de servicio de los paquetes que van hacia los sitios remotos y se las asocia respectivamente con los paquetes MPLS con valores EXP 1,2..7.

```

[Rocio] traffic classifier EXP1
[Rocio-classifier-EXP1] if-match mpls-exp1
[Rocio-classifier-EXP1] traffic classifier EXP2
[Rocio-classifier-EXP2] if-match mpls-exp2
[Rocio-classifier-EXP2] traffic classifier EXP3
[Rocio-classifier-EXP3] if-match mpls-exp3
[Rocio-classifier-EXP3] traffic classifier EXP4
[Rocio-classifier-EXP4] if-match mpls-exp4
[Rocio-classifier-EXP4] traffic classifier EXP5
[Rocio-classifier-EXP5] if-match mpls-exp5
[Rocio-classifier-EXP5] traffic classifier EXP6
[Rocio-classifier-EXP6] if-match mpls-exp6
[Rocio-classifier-EXP6] traffic classifier EXP7
[Rocio-classifier-EXP7] if-match mpls-exp7
[Rocio-classifier-EXP7] quit

```

- i) Se definen comportamientos de tráfico y se configura el valor EXP para los paquetes MPLS

```
[Rocio] traffic behavior exp1
[Rocio-behavior-exp1] remark mpls-exp 1
[Rocio-behavior-exp1] traffic behavior exp2
[Rocio-behavior-exp2] remark mpls-exp 2
[Rocio-behavior-exp2] traffic behavior exp3
[Rocio-behavior-exp3] remark mpls-exp 3
[Rocio-behavior-exp3] traffic behavior exp4
[Rocio-behavior-exp4] remark mpls-exp 4
[Rocio-behavior-exp3] traffic behavior exp5
[Rocio-behavior-exp4] remark mpls-exp 5
[Rocio-behavior-exp3] traffic behavior exp6
[Rocio-behavior-exp4] remark mpls-exp 6
[Rocio-behavior-exp3] traffic behavior exp7
[Rocio-behavior-exp4] remark mpls-exp 7
[Rocio-behavior-exp3] traffic behavior exp8
[Rocio-behavior-exp4] remark mpls-exp 8
[Rocio-behavior-exp4] quit
```

- j) Se definen comportamientos de tráfico para los paquetes que van hacia Condijua y se configura diferentes anchos de banda y niveles de retardo.

```
[Rocio] traffic behavior AF4_C
[Rocio-behavior-AF4_C] queue af bandwidth pct 0,05
[Rocio-behavior-AF4_C] traffic behavior BE_C
[Rocio-behavior-BE_C] queue be bandwidth pct 9,07
[Rocio-behavior-BE_C] traffic behavior AF31_C
[Rocio-behavior-AF31_C] queue af bandwidth pct 0,17
[Rocio-behavior-AF31_C] traffic behavior AF32_C
[Rocio-behavior-AF32_C] queue af bandwidth pct 0,07
[Rocio-behavior-AF32_C] traffic behavior AF33_C
[Rocio-behavior-AF33_C] queue af bandwidth pct 0
[Rocio-behavior-AF33_C] traffic behavior EF_C
[Rocio-behavior-EF_C] queue ef bandwidth pct 8,79
[Rocio-behavior-EF_C] traffic behavior AF1_C
[Rocio-behavior-AF1_C] queue af bandwidth pct 68,8
[Rocio-behavior-AF1_C] traffic behavior AF21_C
[Rocio-behavior-AF21_C] queue af bandwidth pct 0
[Rocio-behavior-AF21_C] traffic behavior AF22_C
[Rocio-behavior-AF22_C] queue af bandwidth pct 0
[Rocio-behavior-AF22_C] traffic behavior AF2_C
[Rocio-behavior-AF2_C] queue af bandwidth pct 5,65
[Rocio-behavior-AF2_C] quit
```

- k) Se definen comportamientos de tráfico para los paquetes que van hacia Beaterio y se configura diferentes anchos de banda y niveles de retardo.

```
[Rocio] traffic behavior AF4_B
[Rocio-behavior-AF4_B] queue af bandwidth pct 0,1
[Rocio-behavior-AF4_B] traffic behavior BE_B
[Rocio-behavior-BE_B] queue be bandwidth pct 15,2
[Rocio-behavior-BE_B] traffic behavior AF31_B
[Rocio-behavior-AF31_B] queue af bandwidth pct 0,4
[Rocio-behavior-AF31_B] traffic behavior AF32_B
[Rocio-behavior-AF32_B] queue af bandwidth pct 0,2
[Rocio-behavior-AF32_B] traffic behavior AF33_B
[Rocio-behavior-AF33_B] queue af bandwidth pct 0
[Rocio-behavior-AF33_B] traffic behavior EF_B
[Rocio-behavior-EF_B] queue ef bandwidth pct
[Rocio-behavior-EF_B] traffic behavior AF1_B
[Rocio-behavior-AF1_B] queue af bandwidth pct 37,5
[Rocio-behavior-AF1_B] traffic behavior AF21_B
[Rocio-behavior-AF21_B] queue af bandwidth pct 0
[Rocio-behavior-AF21_B] traffic behavior AF22_B
[Rocio-behavior-AF22_B] queue af bandwidth pct 0
[Rocio-behavior-AF22_B] traffic behavior AF2_B
[Rocio-behavior-AF2_B] queue af bandwidth pct 7,4
[Rocio-behavior-AF2_B] quit
```

- l) Se definen políticas de QoS, se asocia el campo EXP con las clases creadas.

```
[Rocio] qos policy LAN
[Rocio-qospolicy- LAN] classifier ef behavior exp1
[Rocio-qospolicy- LAN] classifier af1 behavior exp2
[Rocio-qospolicy- LAN] classifier af21 behavior exp3
[Rocio-qospolicy- LAN] classifier af2 behavior exp3
[Rocio-qospolicy- LAN] classifier af22 behavior exp4
[Rocio-qospolicy- LAN] classifier af31 behavior exp5
[Rocio-qospolicy- LAN] classifier af32 behavior exp5
[Rocio-qospolicy- LAN] classifier af4 behavior exp6
[Rocio-qospolicy- LAN] classifier af33 behavior exp6
[Rocio-qospolicy- LAN] classifier be behavior exp7
[Rocio-qospolicy- LAN] quit

[Rocio] qos policy CONDIJUA
[Rocio-qospolicy- CONDIJUA] classifier EXP1 behavior EF_C
[Rocio-qospolicy- CONDIJUA] classifier EXP2 behavior AF1_C
[Rocio-qospolicy- CONDIJUA] classifier EXP3 behavior AF21_C
```

```

[Rocio-qospolicy- CONDIJUA] classifier EXP3 behavior AF2_C
[Rocio-qospolicy- CONDIJUA] classifier EXP4 behavior AF22_C
[Rocio-qospolicy- CONDIJUA] classifier EXP5 behavior AF31_C
[Rocio-qospolicy- CONDIJUA] classifier EXP5 behavior AF32_C
[Rocio-qospolicy- CONDIJUA] classifier EXP6 behavior AF4_C
[Rocio-qospolicy- CONDIJUA] classifier EXP6 behavior AF33_C
[Rocio-qospolicy- CONDIJUA] classifier EXP7 behavior BE_C
[Rocio-qospolicy- CONDIJUA] quit

[Rocio] qos policy BEATERIO
[Rocio-qospolicy- BEATERIO] classifier EXP1 behavior EF_B
[Rocio-qospolicy- BEATERIO] classifier EXP2 behavior AF1_B
[Rocio-qospolicy- BEATERIO] classifier EXP3 behavior AF21_B
[Rocio-qospolicy- BEATERIO] classifier EXP3 behavior AF2_B
[Rocio-qospolicy- BEATERIO] classifier EXP4 behavior AF22_B
[Rocio-qospolicy- BEATERIO] classifier EXP5 behavior AF31_B
[Rocio-qospolicy- BEATERIO] classifier EXP5 behavior AF32_B
[Rocio-qospolicy- BEATERIO] classifier EXP6 behavior AF4_B
[Rocio-qospolicy- BEATERIO] classifier EXP6 behavior AF33_B
[Rocio-qospolicy- BEATERIO] classifier EXP7 behavior BE_B
[Rocio-qospolicy- BEATERIO] quit

```

#### m) Aplicar la política de QoS a los interfaces

```

[Rocio] interface serial 1/0/0
[Rocio-Serial1/0/0] qos apply policy CONDIJUA outbound
[Rocio-Serial1/0/0] quit

[Rocio] interface serial 2/0/0
[Rocio-Serial2/0/0] qos apply policy BEATERIO outbound
[Rocio-Serial2/0/0] quit

[Rocio] interface serial 3/0/0
[Rocio-Ethernet0/0/0] qos apply policy LAN inbound
[Rocio-Ethernet0/0/0] quit

```

### 3.4.8 PLAN DE MIGRACIÓN.

Para el plan de migración de este diseño se considerarán los mismos 4 procesos que se consideraron para el diseño Frame Relay, con las mismas funciones, pero a diferencia del plan de migración anterior en el que las fases de pruebas se realizaban antes de cada nuevo cambio con el fin de manejar una mejora paulatina y controlada en el rendimiento de los equipos y la red, en el diseño MPLS se dividirá el proceso de migración en tres etapas bien establecidas, esto

es una etapa de prueba de equipos, una etapa de instalación de equipos y la última etapa de configuración MPLS con QoS.

Las tres etapas tienen los siguientes propósitos:

Etapa de prueba de equipos: Durante esta etapa se analizarán las configuraciones más adecuadas para cada fase de la etapa de instalación y de configuración de calidad de servicio con MPLS, dado que van a existir distintas combinaciones en las ubicaciones de los equipos Vanguard y 3Com. Estas combinaciones consideran que todos los cambios se realizan desde el extremo al centro, con el fin de minimizar y controlar impactos, y son los siguientes:

| <b>Extremo</b> | <b>Nodo de paso</b> | <b>Nodo de centro</b> |
|----------------|---------------------|-----------------------|
| 3Com           | Vanguard            | Vanguard              |
| 3Com           | 3Com                | Vanguard              |
| 3Com           | 3Com                | 3Com                  |
| 3Com MPLS      | 3Com MPLS           | 3Com MPLS             |

Tabla 3.45. Proceso de Migración 3Com

Etapa de instalación: Como se explicó en esta etapa, se realizarán los cambios desde los nodos de los extremos al nodo del centro, esto con el fin de minimizar los posibles impactos negativos, a fin de asegurar la mayor continuidad posible en el funcionamiento de la red. Es necesario explicar que en la etapa de instalación los equipos 3Com serán configurados únicamente para el manejo del protocolo Frame Relay con el fin de que pueda coexistir con los equipos Vanguard.

Etapa de configuración MPLS con QoS: La etapa de migración a la utilización de MPLS con QoS involucra dos fases; la primera es la puesta en marcha del uso del protocolo MPLS y la segunda es la de habilitar la calidad de servicio que brinda esta tecnología.

Implementación de MPLS: Durante esta fase al igual que para la migración de equipos se la realizará desde el extremo de la red al centro. Con este fin primero se habilitará MPLS en los equipos que conforman las estrellas de la periferia y

luego en los equipos de la estrella central, esto para probar la conmutación de etiquetas.

Habilitación QoS: Esta fase será realizada en todos los equipos de manera simultánea, habilitando tanto el uso de Diffserv a nivel de capa tres como a nivel MPLS, ya que se necesita asociar el campo DSCP del paquete IP con el campo EXP de la etiqueta MPLS.

En la tabla 3.46 están todas las actividades a realizarse para la migración y todos los procesos responsables de cada actividad.

| <b>Actividad</b>                                                                         | <b>Administraciones encargadas</b>  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Base de configuraciones</b>                                                           | <b>Configuraciones e Incidentes</b> |
| Recolección de las configuraciones (hardware y software) de los equipos de enrutamiento. | Configuraciones                     |
| Trasladar configuraciones de Vanguard a 3Com                                             | Configuraciones                     |
| <b>Pruebas de compatibilidad Vanguard-3Com</b>                                           | <b>Configuraciones e Incidentes</b> |
| Pruebas 3Com- Vanguard-Vanguard                                                          | Configuraciones e Incidentes        |
| Refinamiento de configuraciones                                                          | Configuraciones                     |
| Pruebas 3Com- 3Com-Vanguard                                                              | Configuraciones e Incidentes        |
| Refinamiento de configuraciones                                                          | Configuraciones                     |
| Pruebas 3Com- 3com-3Com                                                                  | Configuraciones e Incidentes        |
| Refinamiento de configuraciones                                                          | Configuraciones                     |
| Pruebas 3Com- 3com-3Com MPLS                                                             | Configuraciones e Incidentes        |
| Refinamiento de configuraciones                                                          | Configuraciones                     |
| Creación del manual de configuración 3Com                                                | Configuraciones                     |
| Creación del manual de migración Vanguard - 3Com                                         | Configuraciones e Incidentes        |
| Manual para retroceso de migración en caso de falla                                      | Configuraciones e Incidentes        |
| <b>Instalación de los equipos 3 Com en la periferia</b>                                  | <b>Todas</b>                        |
| Creación de las nuevas configuraciones                                                   | Configuraciones y cambios           |
| Prueba de las nuevas configuraciones                                                     | Cambios y liberaciones              |
| Detalle de incidentes y problemas                                                        | Incidentes                          |
| Carga de las configuraciones correspondientes                                            | Cambios e incidentes                |
| Cambios en equipos periferia                                                             | Cambios y disponibilidad            |
| <b>Instalación de los equipos 3 Com en los centros de las estrellas periféricas</b>      | <b>Todas</b>                        |
| Creación de las nuevas configuraciones                                                   | Configuraciones y cambios           |
| Prueba de las nuevas configuraciones                                                     | Cambios y liberaciones              |
| Detalle de incidentes y problemas                                                        | Incidentes                          |
| Carga de las configuraciones correspondientes                                            | Cambios e incidentes                |
| Cambios en equipos de paso                                                               | Cambios y disponibilidad            |
| <b>Instalación del equipo 3 Com en el centro de la estrella</b>                          | <b>Todas</b>                        |
| Pruebas de funcionamiento básico del nuevo equipo                                        | Configuraciones e incidentes        |

Tabla 3.46. Actividades para Migración (a)

|                                                                          |                                      |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| adaptación de configuración del equipo anterior al nuevo                 | Configuraciones                      |
| Pruebas de la configuración adaptada                                     | Cambios y disponibilidad             |
| Ubicación física del equipo                                              | Cambios y disponibilidad             |
| Nueva configuración (optimización de enlaces, eliminación Pichincha)     | Configuraciones                      |
| Pruebas de la configuración                                              | Cambios y disponibilidad, incidentes |
| Manual para cambio de cada enlace                                        | Configuraciones, cambios, incidentes |
| Manual de retroceso de cambio                                            | Configuraciones y cambio             |
| Cambios de configuración por enlace                                      | Cambios y disponibilidad             |
| <b>Implementación MPLS</b>                                               | <b>Todas</b>                         |
| Carga de configuraciones en los encaminadores de las estrellas periferia | Cambios y disponibilidad             |
| Pruebas de conmutación MPLS en las estrellas                             | Configuraciones e incidentes         |
| Funcionamiento MPLS en estrellas remotas                                 | Cambios e incidentes                 |
| Carga de configuraciones en los encaminadores de las estrella central    | Cambios y disponibilidad             |
| Pruebas de conmutación MPLS en la estrella                               | Configuraciones e incidentes         |
| Funcionamiento MPLS en toda la red                                       | Cambios e incidentes                 |
| <b>implementación del esquema de calidad de servicio</b>                 | <b>Todas</b>                         |
| Carga de configuraciones                                                 | Configuraciones                      |
| Pruebas en ambiente real                                                 | Cambios, incidentes y disponibilidad |
| Correcciones                                                             | Configuraciones y cambios            |
| <b>Liberación de la solución</b>                                         | <b>Todas</b>                         |
| Reporte trabajos efectuados                                              | Todas                                |
| Entrega de manuales                                                      | Todas                                |

Tabla 3.46. Actividades para Migración (b)

En la figura 3.7 se ve el diagrama de Gantt de la migración MPLS con la duración de cada una de las actividades.

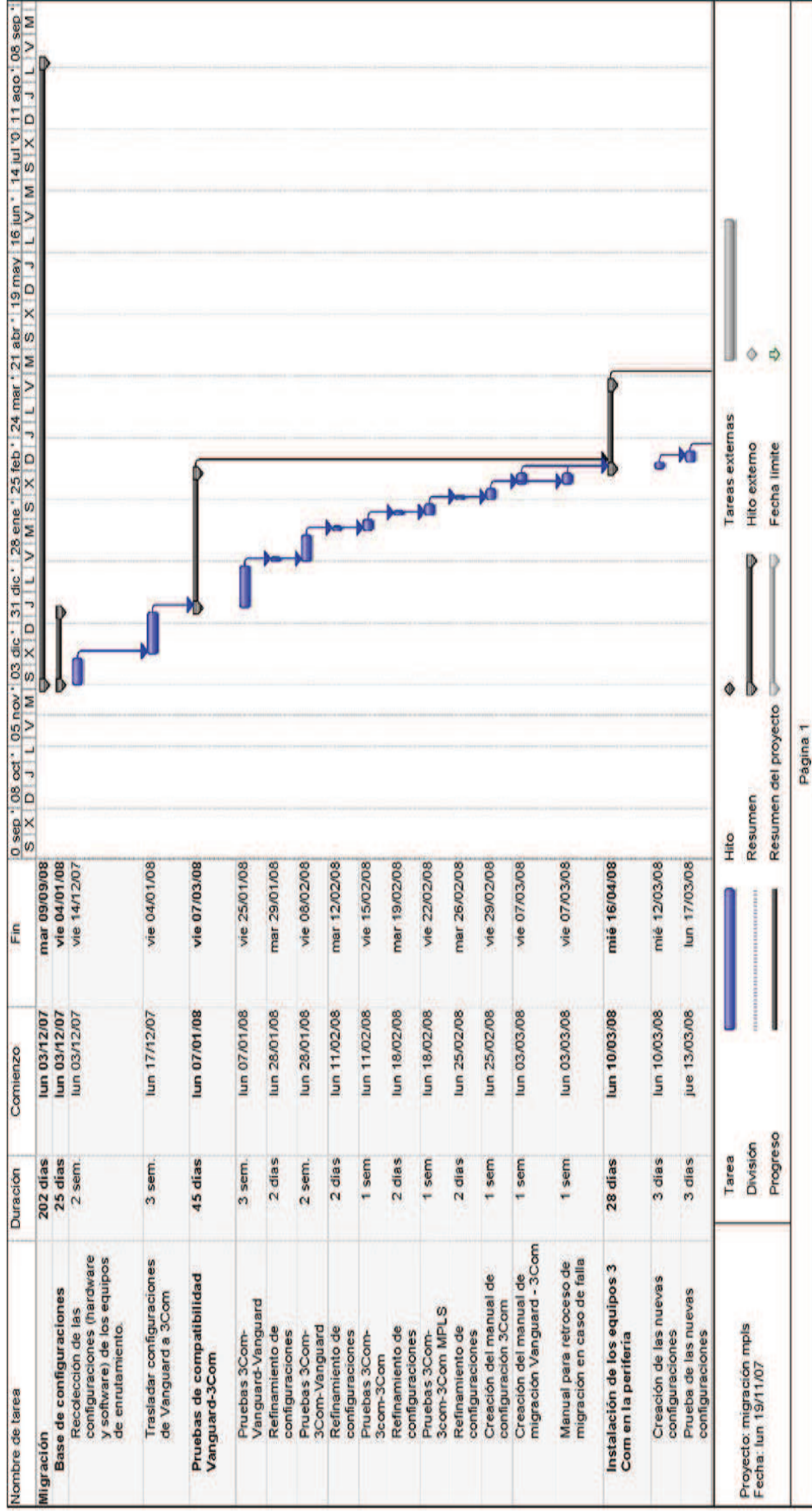


Figura 3.7. Diagrama de Grant, migración MPLS (a)



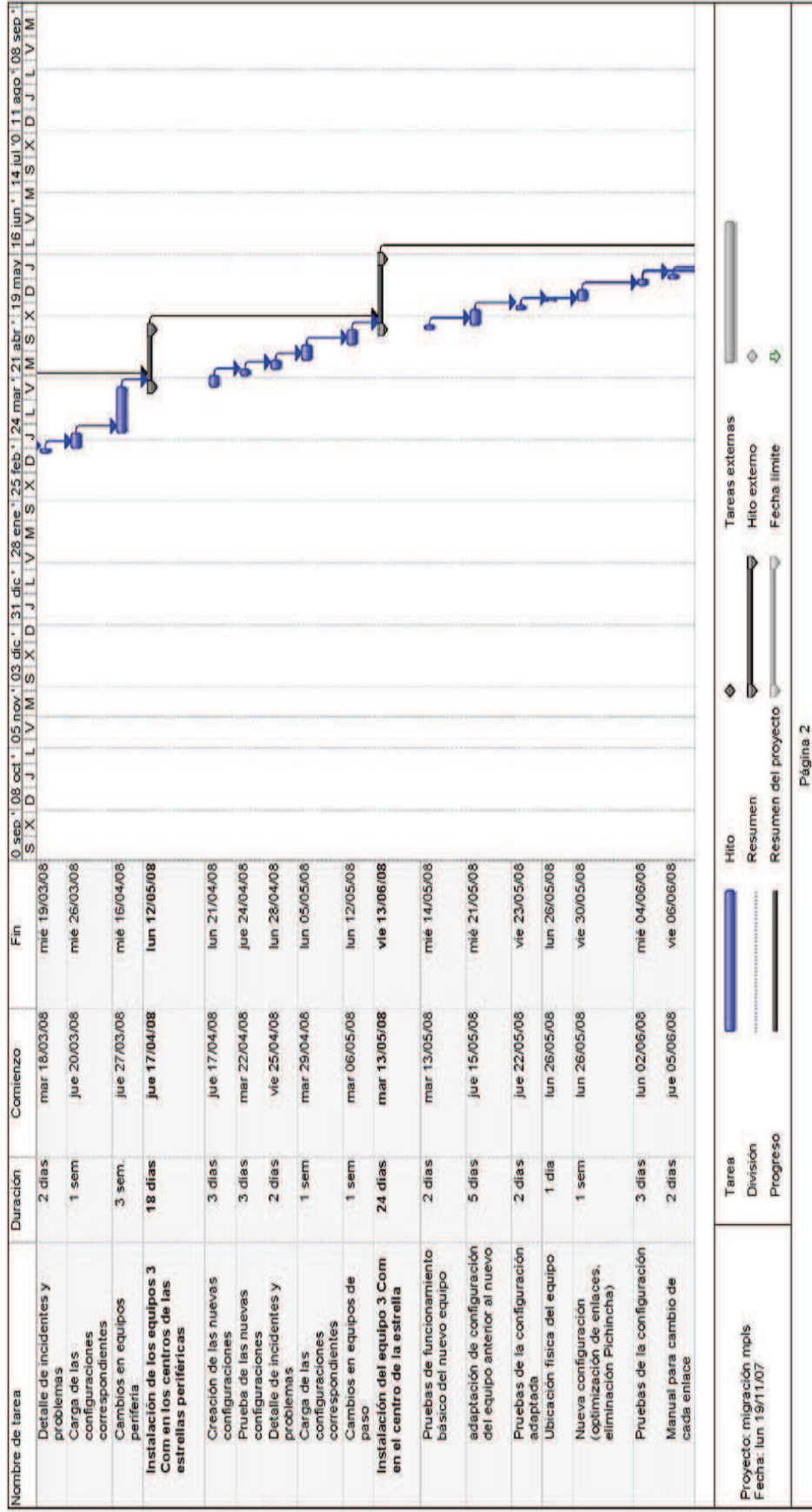


Figura 3.7. Diagrama de Grant, migración MPLS (b)



### **3.5. ANÁLISIS DE HERRAMIENTAS DE MONITOREO Y ADMINISTRACIÓN DE TRÁFICO.**

Actualmente existen en el mercado varias opciones para monitoreo y administración de tráfico, todas estas soluciones son variadas en capacidad, facilidades que brindan y precio. De acuerdo al reconocimiento y fiabilidad en las soluciones de administración de tráfico, resaltan los productos de las marcas Allot y Packeteer.

En el capítulo 2 en la sección 2.5, se describió brevemente las características del PacketShaper De Packeteer, en vista de que es el equipo con el que se monitoreo la red WAN de la empresa, por lo que a continuación se describirá brevemente las características del NetEnforcer de Allot.

#### **3.5.1 Características NetEnforcer de Allot**

Todos los modelos del dispositivo de gestión de tráfico NetEnforcer ofrecen la siguiente gama completa de herramientas para optimizar la red WAN:

Control de P2P y ancho de banda.

Ejecutar y verificar acuerdos de nivel de servicio (SLA): Permite aplicar SLAs asignando un máximo y un mínimo de ancho de banda a los clientes.

Clasificación del tráfico de nivel aplicación: NetEnforcer utiliza varios métodos para identificar aplicaciones, incluyendo el uso de los puertos ya conocidos, firmas de aplicación e inspección del contenido.

Rápida provisión de nuevos suscriptores: NetEnforcer permite una provisión rápida de usuarios debido a su compatibilidad con directorios y archivos de texto basados en LDAP.

Supervisión de la actividad de red: La función de supervisión del tráfico basada en Java presenta más de 100 vistas de tráfico y rendimiento en tiempo real y a largo plazo, ofreciendo capacidades de búsqueda de información detallada.

Implementación de contabilidad de aplicaciones y/o basadas en IP: El complemento del software *NetAccountant* para NetEnforcer recopila datos de tráfico por sesión, recogiendo información sobre la dirección de origen y la de destino, el tipo de aplicación y las políticas. El generador de informes de *NetAccountant* utiliza los datos recopilados para crear informes con tablas y gráficos.

Recepción de alertas sobre los principales eventos de la red: Las alertas de NetEnforcer informan sobre los principales eventos en la red con mensajes de alerta SNMP a su centro de gestión, mensajes de correo electrónico o mensajes SMS.

Entrega completa de QoS y compatibilidad con MPLS: Para conseguir una entrega QoS completa, NetEnforcer utiliza protocolos de tipo de servicio (ToS) estándar del sector y de servicios diferenciados (DiffServ). Según los resultados de esta clasificación, los paquetes salientes pueden marcarse con valores de DiffServ como "Garantizado" o "Mejor esfuerzo" para indicar a toda la red la QoS deseada. También es posible utilizar NetEnforcer como dispositivo de tecnología punta (equipo de borde) en redes MPLS.

Actualización Web de NetEnforcer: Permite que el equipo reconozca nuevos protocolos para poder identificarlos y controlarlos.

Protección contra DDoS: NetEnforcer detecta los tipos conocidos de ataques DDoS y proporciona una primera línea de defensa que mejora el rendimiento de los servidores de seguridad y de los dispositivos internos de red.

Gestión segura de dispositivos: El equipo ofrece un puerto de gestión dedicado que está separado físicamente de los puertos y que transporta el tráfico de los

suscriptores. Este puerto prohíbe el acceso no autorizado al dispositivo y permite la gestión fuera de banda.

### 3.5.2 Comparación de los equipos PacketShaper de Packeteer y NetEnforcer de Allot

A continuación se realizará un cuadro comparativo, entre las principales características de ambos equipos.

| CARACTERÍSTICAS                            | PACKETSHAPER                                                        | NETENFORCER                                                                         |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Administración                             | Vía HTTPS, SNMP, TELNET, SSH, CONSOLA                               | Vía Web, CONSOLA                                                                    |
| Identificación de tráfico                  | Segmenta tráfico de capa 7                                          | Segmenta tráfico de capa 7                                                          |
| Segmentación de Tráfico                    | Hasta 256 clases entre padres e hijos por lugar remoto o aplicación | Hasta 4096 Circuitos virtuales y 256 enlaces por lugar remoto, aplicación y usuario |
| Generación de reportes                     | Hasta 45 tipos de reportes                                          | Hasta 100 reportes distintos                                                        |
| QoS                                        | Diffserv                                                            | ToS y Diffserv                                                                      |
| MPLS                                       | Equipos de borde                                                    | Equipos de borde                                                                    |
| Monitoreo y Acceso                         | Dos niveles acceso (Look y Touch)                                   | Un Administrador y cuentas independientes por usuario registrado                    |
| Compatibilidad con servicios de directorio | No                                                                  | LDAP                                                                                |
| Seguridades                                | Virus conocidos                                                     | Protección DDOS                                                                     |
| Manejo de SLAs                             | Sí                                                                  | Si                                                                                  |
| Envío de alertas                           | Mail                                                                | Mail, SMS, Central de eventos                                                       |
| Actualización                              | Vía web                                                             | Vía web                                                                             |
| Paquetes opcionales                        | Compresión, Aceleración                                             | CacheEnforcer, NetBalancer                                                          |

Tabla 3.47. PacketShaper 2500 vs NetEnforcer AC-402

Como se puede ver las prestaciones de ambos equipos son similares, en cuanto a monitoreo y administración de tráfico, destacándose los equipos de Allot por brindar facilidades en la administración mediante una interfaz diferente y una mayor colaboración con herramientas de recolección de datos.<sup>19</sup>

### 3.6. SELECCIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE MONITOREO Y ADMINISTRACIÓN DE TRÁFICO.

Para la selección de la herramienta de monitoreo se ha establecido los siguientes requerimientos, los cuales se categorizarán como deseables y obligatorios:

| Característica                        | Obligatoria                  | Deseable              |
|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Interfaces de red 10/100BaseT         | 2                            | 1 para administración |
| Número de clases que maneja           | 256                          | 1024                  |
| Calidad de servicio                   | Diffserv                     |                       |
| Trabaje con MPLS                      | Si                           |                       |
| Reportes a generar                    | Por aplicación, por enlace   | Por usuario           |
|                                       | Por tamaño de transacción    |                       |
|                                       | Por periodicidad transacción |                       |
| Exportación de datos                  | archivos CSV                 | bases de datos        |
| Recolección de información y reportes | Propietario                  | Interoperable         |
| Administración                        | Web                          | Consola, telnet       |
| Monitoreable por                      | SNMP                         | SNMPv2                |
| Manejo de SLA                         | Si                           |                       |
| Actualización de protocolos           | Si, trimestral               | Mensual               |
| Ancho de banda                        | 6                            | 7,2                   |

Tabla 3.48. Requerimientos de equipo de administración de tráfico

<sup>19</sup> En el anexo 10 se encuentran una comparación entre éstos y otros productos diseñados para el mismo fin, en el cual se corrobora la comparación efectuada en este capítulo.

En la tabla siguiente se hará una comparación de las características que brindan los equipos PacketShaper 2500 y NetEnforcer AC-402 para los requerimientos arriba propuestos.

| <b>Característica</b>                 | <b>PacketShaper</b>                  | <b>NetEnforcer</b>                    |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Interfaces de red 10/100BaseT         | 2                                    | 3                                     |
| Número de clases que maneja           | 256                                  | 1024                                  |
| Calidad de servicio                   | Sí                                   | Sí                                    |
| Trabaje con MPLS                      | Sí                                   | Sí                                    |
| Reportes a generar                    | obligatorios y extras<br>45 en total | obligatorios y extras<br>100 en total |
| Exportación de datos                  | archivos CVS y<br>formato XML Oracle | archivos CVS y<br>Sybase              |
| Recolección de información y reportes | Propietario                          | Interoperable                         |
| Administración                        | Web, consola, telnet                 | Web                                   |
| Monitoreable por                      | SNMPv2                               | SNMPv2                                |
| Manejo de SLA                         | Sí                                   | Sí                                    |
| Actualización de protocolos           | trimestral                           | Mensual                               |
| Ancho de banda                        | 10                                   | 45                                    |

Tabla 3.49. Comparación herramientas administración de tráfico

En base a las características necesarias para el equipo de administración de tráfico, los equipos de ambas marcas cumplen con los requerimientos, pero se elige al PacketShaper 2500, porque la empresa ya cuenta con este equipo y si bien no permite tener información de todos los puntos remotos, como hubiera sido lo ideal, siendo este su punto más débil, si se podrá contar con información detallada de los puntos y enlaces más importantes que podrán ser exportados y analizados a través de la herramienta propietaria de la empresa.

### **3.7. CONFIGURACIÓN E INSTALACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE MONITOREO Y ADMINISTRACIÓN DE TRÁFICO SELECCIONADA.**

En esta sección se explica la configuración del equipo de monitoreo y administración de tráfico PacketShaper 2500 de Packeteer. Esta configuración tomará en cuenta la topología Frame Relay de la red, con el fin de discriminar, limitar y garantizar de manera más adecuada el tráfico que transita por enlace.

Para la configuración inicial se ingresan los parámetros básicos de configuración en la pestaña *setup*, aquí se le asigna la dirección IP al equipo, el ancho de banda de entrada y salida, la puerta de enlace. Posterior a esto, se realizará la configuración de las funciones de monitoreo y administración de anchos de banda.

#### **3.7.1 Configuración del monitoreo**

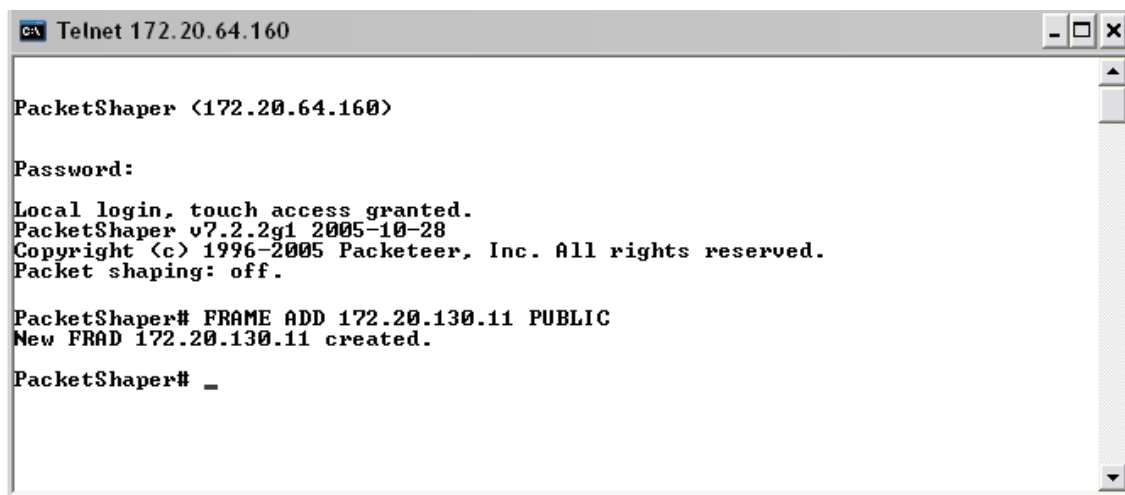
El monitoreo de tráfico de la red, se lo realizará únicamente en los puntos de mayor importancia para empresa, ya que ahí es donde se realizan mayor cantidad de operaciones o las operaciones más importantes, y los enlaces troncales, que concentran el tráfico de las tres regiones. Estos puntos son: el terminal Beaterio, la sucursal en Esmeraldas, la sucursal de Shushufindi en el oriente y la regional Guayaquil y los enlaces troncales de: Esmeraldas- Rocío, Condijua- Rocío y Cerro Azul- Rocío.

Para que el equipo pueda monitorear el tráfico por enlace Frame Relay, es necesario que conozca los PVCs a monitorear, para lo cual se necesita que el enrutador que genera dichos PVCs tenga habilitado el protocolo SNMP. La configuración de este tipo de monitoreo se lo realiza en el PacketShaper únicamente mediante accesos vía telnet o consola.



Los enlaces que se desean monitorear se agregan por equipo, es decir se agregan todos los enlaces de un determinado equipo utilizando el comando: `frame add [dirección IP] [comunidad]`.

En la figura 3.8 se puede visualizar esta operación y la respuesta que devuelve el equipo.



```
PacketShaper <172.20.64.160>
Password:
Local login, touch access granted.
PacketShaper v7.2.2g1 2005-10-28
Copyright (c) 1996-2005 Packeteer, Inc. All rights reserved.
Packet shaping: off.

PacketShaper# FRAME ADD 172.20.130.11 PUBLIC
New FRAD 172.20.130.11 created.

PacketShaper# _
```

Figura 3.8. Configuración Frame Relay en equipo de monitoreo de tráfico

De esta manera se añaden todos los nodos de nuestros enlaces, esto nos va a generar también información de enlaces que por su naturaleza no es importante tener información detallada, y para lo cual para estos enlaces se deshabilitará el descubrimiento de tipos de tráfico, acción que se la realiza desde el ambiente gráfico que brinda la interfaz web.

Una vez concluido la agregación de todos los nodos importantes se puede visualizar vía telnet la información de todas las interfaces descubiertas donde se puede notar datos como el CIR y el EIR, como se muestra en la figura 3.9:

```

c:\ Telnet 172.20.64.160
Router Address: 172.20.161.11
SysName:
Traffic Discovery: on
Auto Routing: on

Interface
Name<Number> Act DLCI CIR EIR Partitions

if4<4> + 16 512k 1.5M /Inbound/Sto_Domingo-if4/PUC_16
/Outbound/Sto_Domingo-if4/PUC_16

Router Address: 172.20.129.11
SysName:
Traffic Discovery: on
Auto Routing: on

Interface
Name<Number> Act DLCI CIR EIR Partitions

if7<7> + 16 512k 1.5M /Inbound/Beaterio-if7/PUC_16
/Outbound/Beaterio-if7/PUC_16

```

```

c:\ Telnet 172.20.64.160
if4<4> + 17 1.0M 960k /Inbound/Condijua/Condijua-if4/PUC_17
/Outbound/Condijua/Condijua-if4/PUC_17
if4<4> + 16 1.0M 960k /Inbound/Condijua/Condijua-if4/PUC_16
/Outbound/Condijua/Condijua-if4/PUC_16

PacketShaper# FRAME STATISTICS

PUC Identifier - Inbound Rate -- - Outbound Rate - Percentage
FRAD Part Target FRAD Part Target FECN BECN

-if7/PUC_16 54k 25 905k 14k 25 945k 0 0
-if4/PUC_16 79k 4140 1.9M 31k 16k 2.0M 0 0
-if4/PUC_17 3 0 2.0M 3 0 2.0M 0 0
-if4/PUC_16 33k 3626 2.0M 7649 88k 2.0M 0 0
-if7/PUC_16 278k 16k 1.7M 28k 260k 2.2M 0 0
-if1/PUC_16 0 0 64k 0 0 64k 0 0
-if2/PUC_16 0 0 64k 0 0 64k 0 0
-if4/PUC_16 3932 304 1.0M 1905 891 1.0M 0 0
-if10/PUC_17 6825 5268 2.0M 7233 7542 2.0M 0 0
-if10/PUC_16 803 0 2.0M 563 0 2.0M 0 0
-if7/PUC_16 15k 1081 2.0M 57k 10k 2.0M 0 0
-if4/PUC_17 11k 0 2.0M 8829 0 2.0M 0 0
-if4/PUC_16 59k 67 1.9M 16k 0 2.0M 0 0

PacketShaper# _

```

Figura 3.9. Información de interfaces monitoreadas

### 3.7.2 Administración de tráfico

Una vez configurados los enlaces a monitorearse y descubiertos los tipos de tráfico más significativos para la empresa, en función de sus necesidades, se procederá a limitar o garantizar el tráfico para cada uno de ellos.

Esta parte de la configuración se la realiza en la interfaz gráfica, donde se selecciona el tipo de tráfico del lugar donde se requiere realizar el control.

Ambas acciones tanto la de limitar como garantizar tráfico, se van a realizar con las opciones:

*Partition*: esta opción trabaja bajo los mismos conceptos de un enlace Frame Relay, es decir maneja una velocidad asegurada para el tipo de tráfico en particular (esto se configura en *size*) y tiene una velocidad de exceso (*Limit*) en caso de que el canal se encuentre libre.

En la figura 3.10, se muestra la configuración de este ítem.

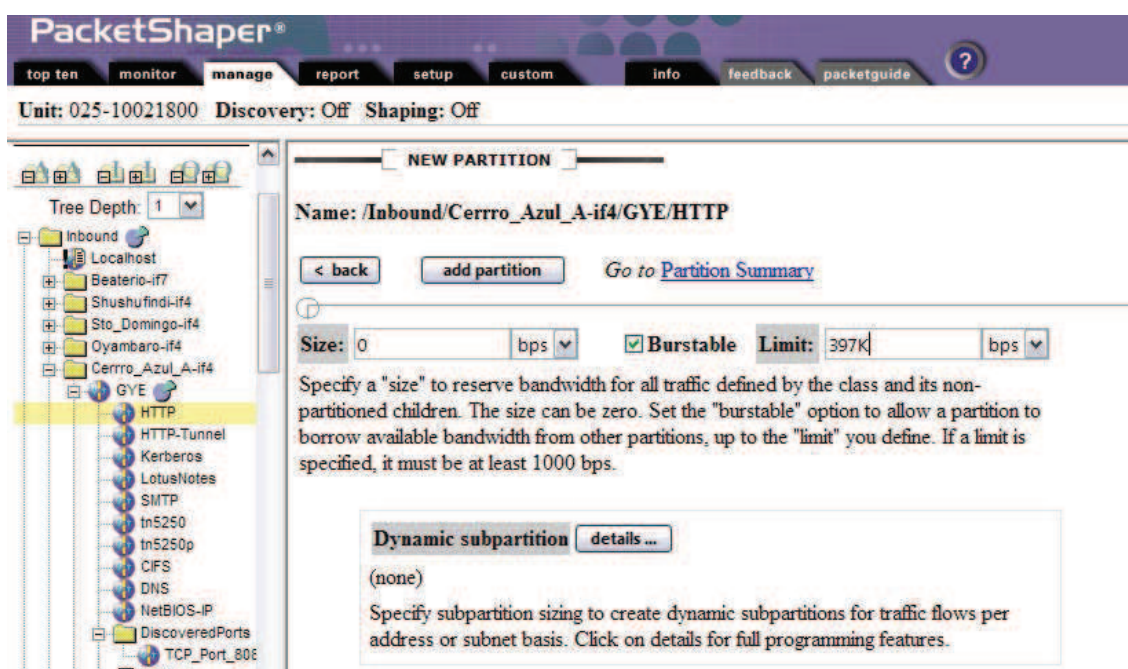


Figura 3.10. Configuración de particiones de tráfico

*Policy*: En esta opción se configurará los valores del campo DSCP para los esquemas de calidad de servicio Diffserv y una velocidad por conexión garantizada para los tipos de tráfico considerados críticos. En la figura 3.11 se encuentra la configuración de estos parámetros.

The image shows two screenshots from the PacketShaper web interface. The top screenshot displays the 'NEW POLICY' configuration page for a traffic class named '/Inbound/Beaterio-if7/PVC\_16/LotusNotes'. The 'Type' is set to 'Rate'. The 'Guaranteed' rate is 37K bps. The 'Burstable at Priority' checkbox is checked, and the priority is set to 7. The 'Limit (optional)' is currently empty. The bottom screenshot shows a 'POLICY: DIFFSERV' dialog box for the same traffic class. The 'Diffserv Type' is 'Code Point', and the 'Code Point Substitution' is set to 'Changed to' with a value of 10. The dialog box includes explanatory text about the IP TOS field and its components: DS Code Point (DSCP) and Currently Unused (CU).

**PacketShaper®**  
 top ten monitor manage report setup custom info feedback packetguide ?

Unit: 025-10021800 Discovery: Off Shaping: Off

NEW POLICY

Name: /Inbound/Beaterio-if7/PVC\_16/LotusNotes

< back add policy suggest policy

Type:  Rate  Priority  Never-Admit  Ignore  Discard

Guaranteed rate represents the minimum rate guaranteed to each connection in this class when the connection requires it. If a specific minimum rate is *not* required, set the rate to 0 bps and configure the burstable options below.

Guaranteed: 37K bps

Check Burstable to allow a connection to use excess rate, and select a priority level for bursting relative to other traffic classes. Also, set a limit to control how much excess bandwidth the connection can use. If a limit is specified, it must be at least 256.

Burstable at Priority: 7 Limit (optional): bps

172.20.64.160: PacketShaper IP Diffserv - Windows Internet Explorer

POLICY: DIFFSERV

Name: /Inbound/Beaterio-if7/PVC\_16/LotusNotes

Diffserv Type:  Code Point  COS/TOS

Code Point Substitution:  Unchanged  Changed to 10

single number (from 0 through 63)

The IP TOS field is now known as the DS-field, and when used in conformance with the Differentiated Services specification (RFC 2474) is composed of:

- DS Code Point (DSCP) (6 bits)
- Currently Unused (CU) (2 bits)

OK cancel help

Figura 3.11. Configuración de políticas de tráfico

### 3.7.3 Reportes.

Se han creado reportes para los tres enlaces troncales, los cuales muestran la utilización del enlace, el porcentaje de ocupación del mismo por aplicación y la eficiencia de la red. Los de reportes detallados de aplicaciones no pueden ser

grabados en el equipo pero son de fácil generación en el momento en que éstos sean requeridos.

Para crear el reporte de un enlace troncal, se utiliza la pestaña reportes, y aquí se selecciona nuevo reporte, se escoge la clase y los datos que se desea mostrar.

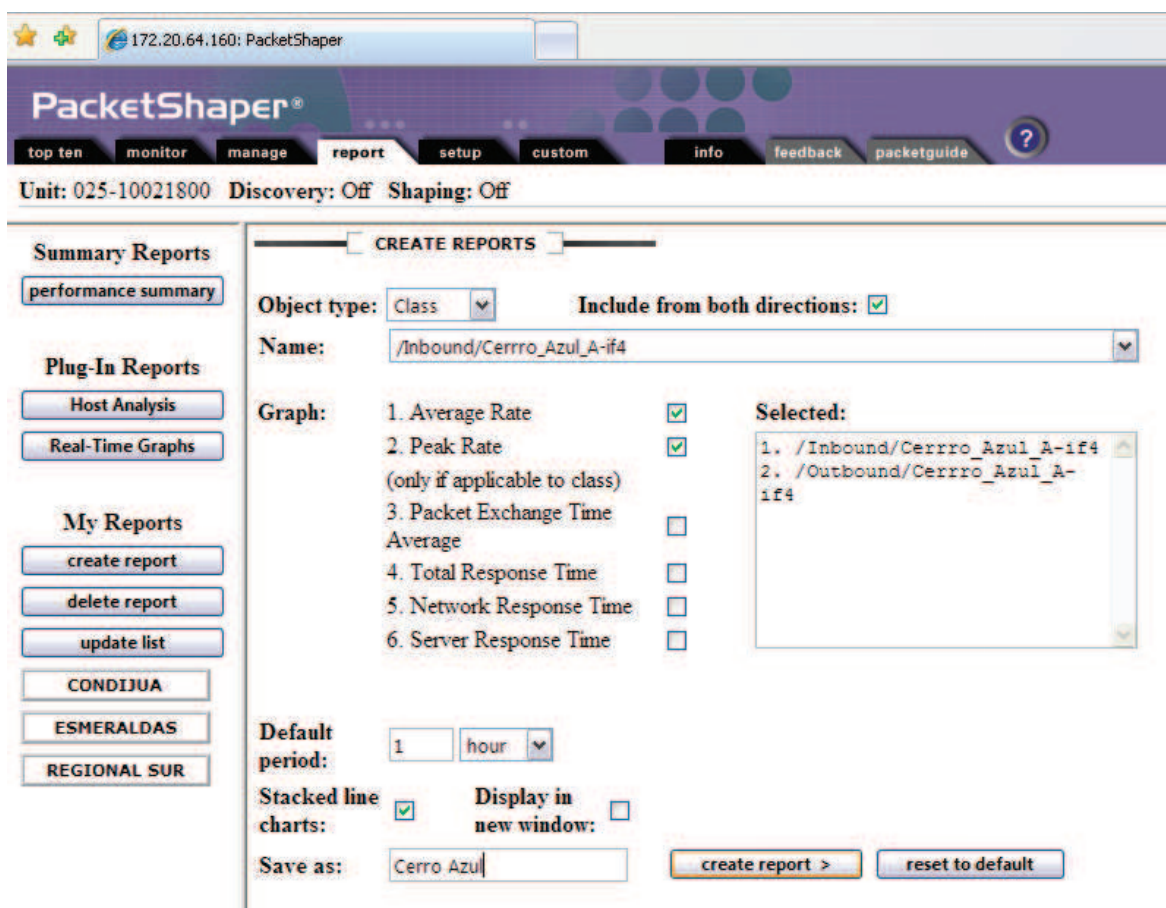


Figura 3.12. Creación de Reportes

Para la creación de los reportes detallados, en el árbol de clases en la pestaña “manage”, se selecciona la clase deseada y mediante la opción “statistics” se puede crear reportes del comportamiento de dicha clase, ya sea de forma gráfica o a través de la obtención de datos.

Unit: 025-10021800 Discovery: Off Shaping: Off

STATISTICS: REPORTS

Name: /Inbound/Beaterio-if7/PVC\_16/HTTP

Object: Class Predefined Reports: Application Response Time

Title: Application Response Time Report

| Include                             | Graph Type                     | Rate and time | as set |
|-------------------------------------|--------------------------------|---------------|--------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Transaction Delay              | (now)         | (now)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Service Level Compliance       | (now)         | (now)  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Transaction Delay Distribution | (now)         | (now)  |
| <input type="checkbox"/>            | Class Utilization              | (now)         | (now)  |

Display in New Window:  Auto-update Interval: auto off

Partition Info:  Policy Info:  PacketShaper Info:

Include Link and Partition Sizes in Rate Graphs:

Figura 3.13. Creación de reportes detallados

### Application Response Time Report for Class /Inbound/Beaterio-if7/PVC\_16/HTTP

#### Transaction Delay

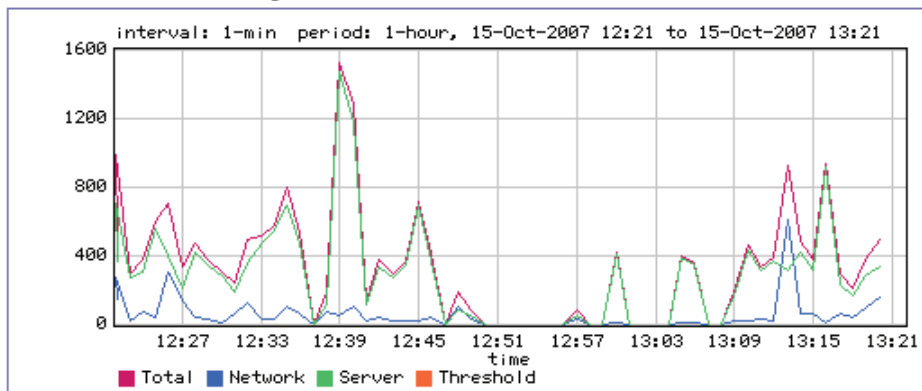
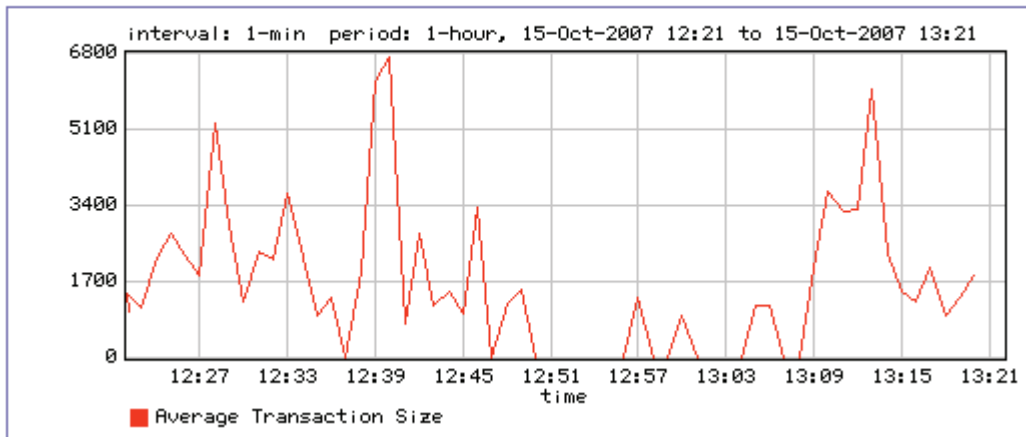
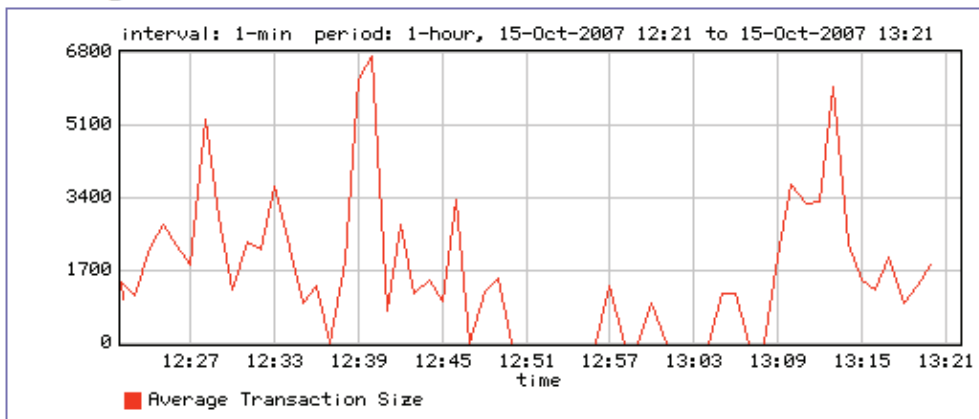


Figura 3.14. Ejemplo de Reporte Detallado (a)

### Average Transaction Size



### Average Transaction Size



### Transaction Delay Distribution

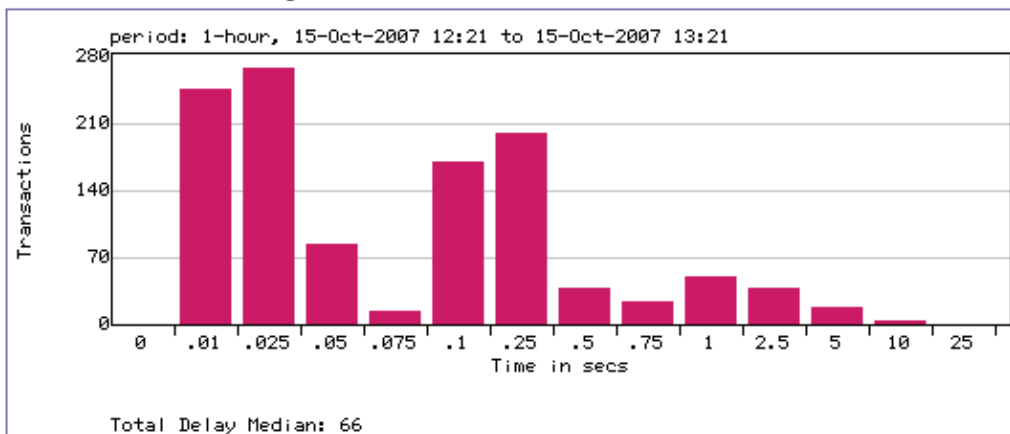


Figura 3.14. Ejemplo de Reporte Detallado (b)

## **CAPÍTULO 4.**

### **ANÁLISIS FINANCIERO DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO**

En el presente capítulo se efectuará los análisis financieros de cada uno de los diseños propuestos, en él se incluirá un detalle de los nuevos equipos o complementos a adquirir, además de los costos de instalación, mantenimiento y soporte para los mismos, adicionales a los costos que se manejan actualmente para estos conceptos.

El análisis de las dos propuestas de diseño que se consideran en este capítulo no incluye un análisis a profundidad de los siguientes rubros:

- Costos por el uso de frecuencias para los enlaces.
- Costos de enlace a Internet.
- Costos de personal para la administración, soporte y mantenimiento de la red.

La razón para no considerar una explicación exhaustiva de estos tres rubros, es debido a que para en el caso de los dos primeros, éstos son independientes del diseño de la red. Ambos diseños van a ocupar los mismos enlaces de radio, y la capacidad del enlace a internet está dada en función de los requerimientos de las aplicaciones y éstos son los mismos para los dos diseños. En cuanto al costo de personal, la empresa cuenta con el personal de planta que hace y hará este trabajo independientemente del diseño seleccionado.

#### **4.1. ANÁLISIS FINANCIERO PARA FRAME RELAY**

Para el diseño de la red utilizando Frame Relay, se especifica los nuevos requerimientos en los equipos de enrutamiento, por lo que es necesario actualizar los mismos en capacidad de memoria Flash y RAM como se lo sintetiza en la sección 3.3.6 (Actualización de Equipos). Además este diseño



incluye un nuevo encaminador para el punto central de la red y una nueva versión del sistema operativo de estos equipos como está especificado en la secciones: 3.3.8.1.3 (Selección del Equipo Central) y 3.3.6 (Actualización de Equipos Existentes).

#### 4.1.1 INVERSIÓN INICIAL

Los costos de inversión inicial, consideran todos los gastos que la empresa debe incurrir para poner en funcionamiento el diseño Frame Relay propuesto en la sección 3.3. Estos costos incluyen la compra de nuevos equipos, actualización de los existentes e instalación de los mismos.

##### 4.1.1.1 Costos de compra de equipos y actualización.

En la tabla 4.1 se resume: la cantidad y una breve descripción del componente, junto con el valor del mismo, tanto para los ítems necesarios para la actualización de hardware y software en los encaminadores existentes, como el costo del nuevo encaminador central de El Rocío seleccionado para este diseño en la sección 3.3.8.1.3.

Los costos que constan en la tabla 4.1 fueron obtenidos a través de cotización a la empresa Uniplex, distribuidor autorizado de los encaminadores Motorola Vanguard, en la cual consta un descuento del 17% debido al volumen de compra y tomado en consideración que PETROCOMERCIAL es uno de sus principales clientes.

| <b>Cant.</b> | <b>Descripción</b>                                                 | <b>Precio Lista</b> | <b>Dcto.</b> | <b>Valor Unitario</b> | <b>Valor Total</b> |
|--------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|-----------------------|--------------------|
|              | <b>Memorias para ruteadores</b>                                    |                     |              |                       |                    |
| 7            | Actualización Memoria Ram de 32MB para ruteador Vanguard 320/340   | \$ 500,00           | 17%          | \$ 415,00             | \$ 2.905,00        |
| 33           | Actualización Memoria Ram de 32MB para ruteador Vanguard 6435/6455 | \$ 500,00           | 17%          | \$ 415,00             | \$ 13.695,00       |
| 7            | Actualización Memoria Flash de 8MB para ruteador Vanguard 320/340  | \$ 300,00           | 17%          | \$ 249,00             | \$ 1.743,00        |

|                                                            |                                                                                                         |              |     |                |                     |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----|----------------|---------------------|
| 33                                                         | Actualización Memoria Flash de 8MB para ruteador Vanguard 6435/6455                                     | \$ 300,00    | 17% | \$ 249,00      | \$ 8.217,00         |
| <b>Subtotal</b>                                            |                                                                                                         |              |     |                | <b>\$ 26.560,00</b> |
| <b>Actualización Licencias de software con soporte QoS</b> |                                                                                                         |              |     |                |                     |
| 7                                                          | Actualización Licencia de software para IP + voz de ruteador Vanguard 320/340                           | \$ 143,50    | 17% | \$ 119,11      | \$ 833,74           |
| 33                                                         | Actualización Licencia de software para IP + voz de ruteador Vanguard 6435/6455                         | \$ 143,50    | 17% | \$ 119,11      | \$ 3.930,47         |
| <b>Subtotal</b>                                            |                                                                                                         |              |     |                | <b>\$ 4.764,20</b>  |
| <b>Tarjetas Ethernet</b>                                   |                                                                                                         |              |     |                |                     |
| 7                                                          | Tarjeta de un puerto Ethernet 10/100 Base T para ruteador 340                                           | \$ 995,00    | 17% | \$ 825,85      | \$ 5.780,95         |
| 33                                                         | Tarjeta de un puerto Ethernet 10/100 Base T para ruteador 6435/6455                                     | \$ 995,00    | 17% | \$ 825,85      | \$ 27.253,05        |
| <b>Subtotal</b>                                            |                                                                                                         |              |     |                | <b>\$ 33.034,00</b> |
| <b>Equipos Adicionales</b>                                 |                                                                                                         |              |     |                |                     |
| 3                                                          | Vanguard 6455, ruteador de 2 puertos seriales v.35, 1 puerto de red Ethernet 10 Base T                  | \$ 2.929,00  | 17% | \$ 2.431,07    | \$ 7.293,21         |
| 3                                                          | Licencia para activación de software para IP+ voz                                                       | \$ 1.435,00  | 17% | \$ 1.191,05    | \$ 3.573,15         |
| 3                                                          | Actualización Memoria Ram de 32MB para ruteador Vanguard 6435/6455                                      | \$ 500,00    | 17% | \$ 415,00      | \$ 1.245,00         |
| 3                                                          | Actualización Memoria Flash de 8MB para ruteador Vanguard 6435/6455                                     | \$ 300,00    | 17% | \$ 249,00      | \$ 747,00           |
| <b>Subtotal</b>                                            |                                                                                                         |              |     |                | <b>\$ 12.858,36</b> |
| <b>Ruteador Central</b>                                    |                                                                                                         |              |     |                |                     |
| 1                                                          | Ruteador Vanguard 7310 - 5 slots Chasis, 115/230 AC                                                     | \$ 8.295,00  | 17% | \$ 6.884,85    | \$ 6.884,85         |
| 1                                                          | Vanguard 7300 series Processor Cardv2, incluye 2 puertos Ethernet 10/100/1000 Base T                    | \$ 10.995,00 | 17% | \$ 9.125,85    | \$ 9.125,85         |
| 1                                                          | Licencia Vanguard 7310 IP + Applications Ware, incluye: Voz, IPX e IP                                   | \$ 3.400,00  | 17% | \$ 2.822,00    | \$ 2.822,00         |
| 2                                                          | Tarjetas de expansión, incluyen 8 puertos configurables T1 o E1 PRI, hasta 4 tarjetas por Vanguard 7310 | \$ 16.900,00 | 17% | \$ 14.027,00   | \$ 28.054,00        |
| 24                                                         | Convertidores RJ8 a Coaxial                                                                             | \$ 70,00     | 17% | \$ 58,10       | \$ 1.394,40         |
| 1                                                          | Tarjeta para 60 canales de voz                                                                          | \$ 5.700,00  | 17% | \$ 4.731,00    | \$ 4.731,00         |
| <b>Subtotal</b>                                            |                                                                                                         |              |     |                | <b>\$ 53.012,10</b> |
|                                                            |                                                                                                         |              |     | <b>TOTAL:</b>  | <b>\$ 130.229</b>   |
|                                                            |                                                                                                         |              |     | <b>12% IVA</b> | <b>\$ 15.627</b>    |
|                                                            |                                                                                                         |              |     | <b>TOTAL:</b>  | <b>\$ 145.856</b>   |

Tabla 4.1. Costos de Equipos

#### **4.1.1.2 Costos de instalación**

Los costos de instalación considerados para este diseño son los siguientes:

- Instalación del nuevo equipo central
- Actualización de hardware en los equipos
- Actualización del sistema operativo de los equipos

Estas tres actividades van a ser realizadas por personal de la empresa pero en el caso de ser necesario un soporte adicional, éste puede ser proporcionado por la empresa Uniplex como parte del contrato de soporte y mantenimiento que tiene firmado Petrocomercial con dicha empresa, sin necesidad de contratar horas adicionales de soporte, de acuerdo a las estadísticas de utilización de estas horas.

#### **4.1.1.3 FLUJO DE FONDOS**

#### **4.1.1.4 Costos de Operación**

##### *4.1.1.4.1 Costos por el uso de frecuencias para enlaces*

En este rubro es la tarifa mensual que Petrocomercial cancela a la SENATEL (Secretaría Nacional de Telecomunicaciones) de acuerdo al reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico. La tarifa de cada enlace varía de acuerdo al ancho de banda, distancia del enlace. El valor total que Petrocomercial cancela por el uso de todas las frecuencias que tiene asignado a nivel nacional es de 22345 dólares, según consta en el contrato de suscripción para concesión de frecuencias.

##### *4.1.1.4.2 Costos de Servicios*

En este rubro entran los costos mensuales a pagar por el servicio de Internet y por alquiler de enlaces arrendados hacia los sitios de Cuenca, Riobamba, Galápagos, Loja y el enlace de respaldo hacia la regional GYE. Los costos se

muestran en la tabla 4.2, los mismos que fueron obtenidos de los contratos firmados por Petrocomercial con Impsatel del Ecuador para estos fines.

| <b>Descripción</b>              | <b>Capacidad</b> | <b>Valor Mensual</b> | <b>Valor Anual</b>   |
|---------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Internet                        | 1,5 Mbps         | \$ 2.150,00          | \$ 25.800,00         |
| Enlace Cuenca                   | 128 Kbps         | \$ 1.867,00          | \$ 22.404,00         |
| Enlace Riobamba                 | 128 Kbps         | \$ 933,50            | \$ 11.202,00         |
| Enlace Galápagos                | 128 Kbps         | \$ 933,50            | \$ 11.202,00         |
| Enlace Loja                     | 128 Kbps         | \$ 933,50            | \$ 11.202,00         |
| Enlace de respaldo Regional GYE | 512 Kbps         | \$ 1.867,00          | \$ 22.404,00         |
| <b>TOTAL</b>                    |                  | <b>\$ 8.684,50</b>   | <b>\$ 104.214,00</b> |

Tabla 4.2. Costos Alquiler Enlaces

#### 4.1.1.4.3 Costos de Mantenimiento y Soporte.

Petrocomercial actualmente mantiene un contrato de soporte y mantenimiento de equipos de enrutamiento Vanguard, con la empresa Uniplex S.A por un período de 5 años, en cual se destacan los siguientes puntos:

La empresa Uniplex S.A. a través de su departamento de soporte de hardware brindará un mantenimiento preventivo a todos los enrutadores, partes y accesorios de los mismos, de marca Motorola Vanguard que posea Petrocomercial.

La empresa Uniplex S.A, como representante autorizado de Motorola para sus productos Vanguard en Ecuador, brinda a Petrocomercial el servicio de garantía extendida, el cual consiste en reparar o reemplazar, según sea el caso, los equipos que presenten fallas.

La empresa Uniplex S.A brindará soporte técnico para los equipos Motorola Vanguard de Petrocomercial por 300 horas al año.

Es necesario mencionar que de acuerdo a las estadísticas de soporte que se tiene en el área de Ingeniería y Procesamiento de datos, las horas de soporte utilizadas por Petrocomercial para los encaminadores Vanguard, no han superado las 120 horas por año hasta el momento.

En la tabla 4.3 están detallados los costos de mantenimiento y soporte para todos los equipos Motorola Vanguard que Petrocomercial tiene; estos costos fueron obtenidos del contrato de soporte y mantenimiento que Petrocomercial firmó con Uniplex, de igual manera los costos de manteniendo para los nuevos equipos fueron obtenidos de una cotización enviada por Uniplex.

| <b>Cant.</b>            | <b>Descripción</b>     | <b>Precio Mensual por Mantenimiento</b> | <b>Dcto.</b> | <b>Valor Unitario</b> | <b>Valor Anual</b>  |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------------------|--------------|-----------------------|---------------------|
| <b>Equipos Nuevos</b>   |                        |                                         |              |                       |                     |
| 3                       | Ruteador Vanguard 6455 | \$ 84,49                                | 30%          | \$ 59,14              | \$ 2.129,15         |
| 1                       | Ruteador Vanguard 7310 | \$ 1.100,00                             | 30%          | \$ 770,00             | \$ 770,00           |
| <b>Subtotal</b>         |                        |                                         |              |                       | <b>\$ 2.899,15</b>  |
| <b>Equipos Actuales</b> |                        |                                         |              |                       |                     |
| 22                      | Ruteador Vanguard 6455 | \$ 84,49                                | 30%          | \$ 59,14              | \$ 15.613,75        |
| 11                      | Ruteador Vanguard 6435 | \$ 51,88                                | 30%          | \$ 36,32              | \$ 4.793,71         |
| 4                       | Ruteador Vanguard 340  | \$ 30,80                                | 30%          | \$ 21,56              | \$ 1.034,88         |
| 3                       | Ruteador Vanguard 320  | \$ 21,00                                | 30%          | \$ 14,70              | \$ 529,20           |
| <b>Subtotal</b>         |                        |                                         |              |                       | <b>\$ 21.971,54</b> |
| <b>TOTAL:</b>           |                        |                                         |              |                       | <b>\$ 24.871</b>    |
| <b>12% IVA</b>          |                        |                                         |              |                       | <b>\$ 2.984</b>     |
| <b>TOTAL:</b>           |                        |                                         |              |                       | <b>\$ 27.855</b>    |

Tabla 4.3. Costos de Mantenimiento

#### 4.1.1.4.4 Costos de Personal

Para la administración y gestión de la red se contará con personal capacitado perteneciente a la unidad de Sistemas y Telecomunicaciones en el área de Redes y Telecomunicaciones. Dicho personal será el único autorizado para la

realización de las tareas pertinentes.

Se dispone de tres técnicos, los cuales se encargan del monitoreo de la red, para evitar cualquier problema y también determinar el comportamiento y rendimiento de la misma.

También se dispone de un administrador master el cual tiene a su cargo a los tres técnicos mencionados anteriormente.

La tabla 4.4 muestra la remuneración estimada para cada uno, de acuerdo al a escala de remuneración vigente de Petrocomercial.

| <b>Cant.</b> | <b>Personal</b>      | <b>Salario Promedio Mensual\$</b> | <b>Subtotal \$</b> | <b>Salario Anual</b> |
|--------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|
| 1            | Administrador Master | \$ 2.000,00                       | \$ 2.000,00        | \$ 24.000,00         |
| 7            | Técnicos             | \$ 1.000,00                       | \$ 7.000,00        | \$ 84.000,00         |
| <b>TOTAL</b> |                      |                                   | <b>\$ 9.000,00</b> | <b>\$ 108.000,00</b> |

Tabla 4.4. Costos de Personal

#### 4.1.1.5 Flujo de Fondos Efectivo

El flujo de fondos que se presenta en la tabla 4.5, muestra los costos que implica la implementación del proyecto, para el cual se considerará un periodo de 5 años más el período inicial o Año 0 en el cual se consideran los costos de inversión inicial.

| <b>FLUJO DE FONDOS</b>                                           | <b>Año 0</b>         | <b>Año 1</b>         | <b>Año 2</b>         | <b>Año 3</b>         | <b>Año 4</b>         | <b>Año 5</b>         |
|------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Costos de operación                                              |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| Tarifa concesión de frecuencias                                  |                      | \$ 22.345,00         | \$ 22.345,00         | \$ 22.345,00         | \$ 22.345,00         | \$ 22.345,00         |
| Servicios                                                        |                      | \$ 65.196,00         | \$ 65.196,00         | \$ 65.196,00         | \$ 65.196,00         | \$ 65.196,00         |
| Personal                                                         |                      | \$ 108.000,00        | \$ 108.000,00        | \$ 108.000,00        | \$ 108.000,00        | \$ 108.000,00        |
| Mantenimiento de red                                             |                      | \$ 27.855,18         | \$ 27.855,18         | \$ 27.855,18         | \$ 27.855,18         | \$ 27.855,18         |
| <i>Total costos de operación</i>                                 | \$ 0,00              | \$ 223.396,18        | \$ 223.396,18        | \$ 223.396,18        | \$ 223.396,18        | \$ 223.396,18        |
| Costos de inversión                                              |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| Memorias actualización de Equipos                                | \$ 29.747,20         |                      |                      |                      |                      |                      |
| Actualización Licencias de Software                              | \$ 5.335,90          |                      |                      |                      |                      |                      |
| Tarjetas Ethernet 100 BaseT                                      | \$ 36.998,08         |                      |                      |                      |                      |                      |
| Ruteadores adicionales con licencias y actualización de Software | \$ 14.401,36         |                      |                      |                      |                      |                      |
| Ruteador Central                                                 | \$ 59.373,55         |                      |                      |                      |                      |                      |
| <i>Total costos de inversión</i>                                 | \$ 145.856,10        | \$ 0,00              | \$ 0,00              | \$ 0,00              | \$ 0,00              | \$ 0,00              |
| <b>FLUJO DE FONDOS NETO</b>                                      | <b>\$ 145.856,10</b> | <b>\$ 223.396,18</b> | <b>\$ 223.396,18</b> | <b>\$ 223.396,18</b> | <b>\$ 223.396,18</b> | <b>\$ 223.396,18</b> |

Tabla 4.5. Flujo de Fondos Diseño Frame Relay

#### 4.1.2 EVALUACIÓN DE PROYECTO

Para la evaluación de los proyectos se va a utilizar el indicador  $VAC^{[4.1]}$  (Valor Actual de Costos), este indicador se utiliza para comparar alternativas de proyectos que generan similares beneficios. El VAC muestra en valor presente de todos los costos involucrados en el flujo de fondos, con lo que podremos elegir la alternativa que nos permite alcanzar el mejor gasto de recursos, sin importar en qué momento del proyecto se incurran en los mismos. La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$VAC = VPC(inicial) + \frac{VPC_1}{(1+i)^1} + \frac{VPC_2}{(1+i)^2} + \frac{VPC_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{VPC_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

- VAC: Valor Actual de Costos  
 VPC (inicial): Valor de Costos para el Año 0  
 VPC: Valor por Período de Costos  
 i: Tasa de Descuento  
 n: Período de vida útil del proyecto

Aplicando la ecuación resulta:

$$VAC = \$145.856,10 + \frac{\$223.396,18}{(1+0.12)^1} + \frac{\$223.396,18}{(1+0.12)^2} + \frac{\$223.396,18}{(1+0.12)^3} + \frac{\$223.396,18}{(1+0.12)^4} + \frac{\$223.396,18}{(1+0.12)^5}$$

$$VAC = \$951.149,31$$

#### 4.2. ANÁLISIS FINANCIERO PARA MPLS

El análisis financiero para el diseño utilizando la tecnología MPLS, considerará además de la inversión a realizar en compra de equipos: el costo de dejar de utilizar los equipos actualmente en funcionamiento, este rubro será el valor en libros de esos equipos para tal propósito; además de esta consideración



también se incluirá un rubro por capacitación de personal en el uso de los nuevos equipos. Estos dos rubros serán incluidos como parte de la inversión inicial.

## 4.2.1 INVERSIÓN INICIAL

### 4.2.1.1 Valor en Libros de Infraestructura Actual

Para el cálculo de este rubro, se debe tomar en cuenta la depreciación de los equipos, para lo cual se debe disminuir de su precio un 20%<sup>20</sup> por cada año de vida. Los equipos actuales fueron adquiridos en el 2003, consecuentemente tienen cuatro años de vida, por lo cual se resta el 80% del precio original y solo el 20% iría a la inversión inicial. La tabla 4.6 muestra estos costos.

| Cant.                         | Descripción                                                                            | Precio Lista | % Depreciado | Valor Depreciado | Valor En Libros | Valor Total en Libros |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>Ruteador Vanguard 6455</b> |                                                                                        |              |              |                  |                 |                       |
| 22                            | Vanguard 6455, ruteador de 2 puertos seriales v.35, 1 puerto de red Ethernet 10 Base T | \$ 2.431,07  | 80%          | \$ 1.944,86      | \$ 486,21       | \$ 10.696,71          |
| 22                            | Licencia para activación de software para IP+ voz                                      | \$ 1.191,05  | 80%          | \$ 952,84        | \$ 238,21       | \$ 5.240,62           |
| <b>Subtotal</b>               |                                                                                        |              |              |                  |                 | <b>\$ 15.937,33</b>   |
| <b>Ruteador Vanguard 6435</b> |                                                                                        |              |              |                  |                 |                       |
| 11                            | Vanguard 6435, ruteador de 2 puertos seriales v.35, 1 puerto de red Ethernet 10 Base T | \$ 2.138,95  | 80%          | \$ 1.711,16      | \$ 427,79       | \$ 4.705,69           |
| 11                            | Licencia para activación de software para IP+ voz                                      | \$ 1.191,05  | 80%          | \$ 952,84        | \$ 238,21       | \$ 2.620,31           |
| <b>Subtotal</b>               |                                                                                        |              |              |                  |                 | <b>\$ 7.326,00</b>    |
| <b>Ruteador Vanguard 340</b>  |                                                                                        |              |              |                  |                 |                       |
| 4                             | Vanguard 340, ruteador de 2 puertos seriales v.35, 1 puerto de red Ethernet 10 Base T  | \$ 570,25    | 80%          | \$ 456,20        | \$ 114,05       | \$ 456,20             |
| 4                             | Licencia para activación de software para IP+ voz                                      | \$ 1.040,32  | 80%          | \$ 832,26        | \$ 208,06       | \$ 832,26             |
| <b>Subtotal</b>               |                                                                                        |              |              |                  |                 | <b>\$ 1.288,46</b>    |
| <b>Ruteador Vanguard 320</b>  |                                                                                        |              |              |                  |                 |                       |

<sup>20</sup> Un equipo tecnológico se debe preciar a 5 años de acuerdo a la ley vigente.

|                 |                                                                                       |             |     |           |              |                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|-----------|--------------|---------------------|
| 3               | Vanguard 320, ruteador de 2 puertos seriales v.35, 1 puerto de red Ethernet 10 Base T | \$ 484,29   | 80% | \$ 387,43 | \$ 96,86     | \$ 290,57           |
| 3               | Licencia para activación de software para IP+ voz                                     | \$ 1.040,32 | 80% | \$ 832,26 | \$ 208,06    | \$ 624,19           |
| <b>Subtotal</b> |                                                                                       |             |     |           |              | <b>\$ 914,77</b>    |
|                 |                                                                                       |             |     |           | <b>TOTAL</b> | <b>\$ 25.466,55</b> |

Tabla 4.6. Valor en Libros Infraestructura Actual

#### 4.2.1.2 Adquisición de Equipos

Para la implementación de este diseño, se necesita adquirir ruteadores para todos los puntos de la red, en los que se incluyen los puntos remotos, de paso y el equipo central.

Los costos y número de equipos necesarios se muestran en la tabla 4.7.

| <b>Cant.</b>          | <b>Descripción</b>                                                              | <b>Valor Unitario</b> | <b>Valor Total</b>   |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| <b>Equipo remoto</b>  |                                                                                 |                       |                      |
| 37                    | 3Com Router 5012 chassis, 1 x 10/100, 1 x Serial, 2 SIC Slots, 1 MIM Slot, 32MB | \$ 930,75             | \$ 34.437,75         |
| 74                    | 1-Port Fractional T1 interface card for Router 5012                             | \$ 594,15             | \$ 43.967,10         |
| 37                    | 4-Port Voice Foreign Exchange Service MIM for 5012, 5232, 5642 & 5682           | \$ 658,75             | \$ 24.373,75         |
| <b>Subtotal</b>       |                                                                                 |                       | <b>\$ 102.778,60</b> |
| <b>Equipo de paso</b> |                                                                                 |                       |                      |
| 6                     | 3Com Router 5642 chassis, 4 MIM Slots, 32MB                                     | \$ 3.395,75           | \$ 20.374,50         |
| 6                     | 2-Port 10/100BASE-T Fast Ethernet module for 5012, 5232, 5642 & 5682            | \$ 662,15             | \$ 3.972,90          |
| 24                    | 2-Port T1/Channelized T1/PRI interface for 5012, 5232, 5642 & 5682              | \$ 1.610,75           | \$ 38.658,00         |
| 6                     | 4-Port Voice Foreign Exchange Service MIM for 5012, 5232, 5642 & 5682           | \$ 658,75             | \$ 3.952,50          |
| <b>Subtotal</b>       |                                                                                 |                       | <b>\$ 66.957,90</b>  |

| <b>Equipo Central</b> |                                        |             |                             |
|-----------------------|----------------------------------------|-------------|-----------------------------|
| 1                     | 3Com Router 6080 Chassis               | \$ 3.735,75 | \$ 3.735,75                 |
| 1                     | 3Com Router 6000 Router Processor Unit | \$ 3.395,75 | \$ 3.395,75                 |
| 5                     | 3Com Router 4-Port CT1/PRI FIC         | \$ 3.990,75 | \$ 19.953,75                |
| 1                     | T1 Voice FIC for Router 6040, 6080     | \$ 1.653,25 | \$ 1.653,25                 |
| <b>Subtotal</b>       |                                        |             | <b>\$ 28.738,50</b>         |
|                       |                                        |             | <b>TOTAL: \$ 198.475,00</b> |
|                       |                                        |             | <b>12% IVA \$ 23.817,00</b> |
|                       |                                        |             | <b>TOTAL: \$ 222.292,00</b> |

Tabla 4.7. Costos de Equipos a adquirir

#### 4.2.1.3 Costos de instalación

Los costos para soporte durante el proceso de instalación de estos nuevos equipos están incluidos dentro del valor de adquisición de los mismos, como parte del paquete de solución que oferta la empresa 3Com Ecuador.

#### 4.2.1.4 Capacitación de personal

Este rubro considera la capacitación necesaria para el personal en el funcionamiento y manipulación del equipo y será dividido en dos etapas:

*Funcionamiento y manipulación básica del equipo:* Este curso de capacitación deberá ser tomado por todo el personal que trabaje con los encaminadores 3Com, este curso incluirá:

Familiarización con el hardware de los equipos

- Chasis
- tipos de tarjetas
- cambio de hardware
- Comandos de diagnóstico básico
- Reconocimiento de nuevo hardware
- Visualización de configuración actual
- Comandos de diagnóstico

Este curso tendrá una duración de 5 días con 4 horas diarias

*Configuración de encaminadores 3com serie 5000 y 6000:* este curso será tomado por las personas encargadas de la configuración y administración de los encaminadores. En este curso se revisará:

- Configuración IP
- Configurando interfaces LAN y WAN
- Configuración de subinterfaces
- Enrutamiento (estático, RIP y OSPF)
- Comandos de diagnóstico y monitoreo
- Configuración Frame Relay
- Configuración canal (puerto)
- Configuración subinterfaces (DLCI, CIR y EIR)
- Configuración tarjetas de voz
- QoS IP
  - o Clasificación de tráfico
  - o Utilización de colas
  - o Configuración Diffserv
- MPLS
  - o Configuración interfaz MPLS
  - o LDP (características y extensión)
  - o Monitoreo
  - o QoS MPLS (uso de EXP)
  - o Mapeo IP diffserv a EXP MPLS

Este curso tendrá una duración de 10 días con 5 horas diarias.

En la tabla 4.8 se encuentra un resumen del costo de este rubro, obtenidos a través de cotización a la empresa 3Com del Ecuador, considerando un descuento por tratarse de un servicio vinculado a la compra de los equipos.

| Descripción del Curso                                                     | Número de participantes | Precio del Curso por Persona | Dcto. | Valor Unitario | Valor Total |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------|----------------|-------------|
| Funcionamiento y Manipulación Básica de Ruteadores 3Com Serie 5000 y 6000 | 14                      | \$ 350,00                    | 20%   | \$ 280,00      | \$ 3.920,00 |
| Configuración de encaminadores 3com serie 5000 y 6000                     | 8                       | \$ 750,00                    | 20%   | \$ 600,00      | \$ 4.800,00 |

Tabla 4.8. Costos de Cursos de Capacitación

## 4.2.2 FLUJOS DE FONDOS

### 4.2.2.1 Costos de Operación

#### 4.2.2.1.1 Costos por el uso de frecuencias para enlaces

Este rubro al igual que para el análisis financiero del diseño Frame Relay, considera el costo de todas las frecuencias que Petrocomercial tiene asignado a nivel nacional; y cuyo valor de arrendamiento es de US\$ 22345.

#### 4.2.2.1.2 Costos de Servicios

Al igual que en el diseño Frame Relay aquí se tienen los costos mensuales a pagar por el servicio de Internet y por alquiler de enlaces arrendados. Estos costos son iguales para ambos diseños y se muestran en la tabla 4.9.

| Descripción      | Capacidad | Valor Mensual | Valor Anual  |
|------------------|-----------|---------------|--------------|
| Internet         | 1,5 Mbps  | \$ 2.150,00   | \$ 25.800,00 |
| Enlace Cuenca    | 128 Kbps  | \$ 1.867,00   | \$ 22.404,00 |
| Enlace Riobamba  | 128 Kbps  | \$ 933,50     | \$ 11.202,00 |
| Enlace Galápagos | 128 Kbps  | \$ 933,50     | \$ 11.202,00 |
| Enlace Loja      | 128 Kbps  | \$ 933,50     | \$ 11.202,00 |

|                                 |          |                    |                      |
|---------------------------------|----------|--------------------|----------------------|
| Enlace de respaldo Regional GYE | 512 Kbps | \$ 1.867,00        | \$ 22.404,00         |
| <b>TOTAL</b>                    |          | <b>\$ 8.684,50</b> | <b>\$ 104.214,00</b> |

Tabla 4.9. Costos Alquiler Enlaces

#### 4.2.2.1.3 Costos de Mantenimiento y Soporte.

Los gastos para mantenimiento y soporte de esta solución consiste en:

- Acceso a soporte telefónico
- Actualizaciones de software y nuevas versiones durante las 24 horas de los 7 días de la semana
- Reposición del hardware en caso de daño o reparación dentro de las 4 horas siguientes.
- 100 horas de soporte al año con personal técnico de 3Com Ecuador.

Este contrato de mantenimiento tiene valor para cada modelo de equipo, mientras que el valor por las 100 horas de soporte es independiente del equipo.

Este detalle fue obtenido de igual manera mediante cotización de la empresa 3Com del Ecuador y está en la tabla 4.10.

| <b>Cant.</b>              | <b>Descripción</b>                              | <b>Valor Unitario Mensual</b> | <b>Total Mensual</b> | <b>Valor Anual</b>  |
|---------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|
| <b>Ruteadores Remotos</b> |                                                 |                               |                      |                     |
| 37                        | Mantenimiento Express 24x7x4 Ruteador 3Com 5012 | \$ 58,33                      | \$ 2.158,33          | \$ 25.900,00        |
| <b>Subtotal</b>           |                                                 |                               |                      | <b>\$ 25.900,00</b> |
| <b>Ruteadores de Paso</b> |                                                 |                               |                      |                     |
| 6                         | Mantenimiento Express 24x7x4 Ruteador 3Com 5642 | \$ 58,33                      | \$ 350,00            | \$ 4.200,00         |
| <b>Subtotal</b>           |                                                 |                               |                      | <b>\$ 4.200,00</b>  |

| <b>Ruteadores Central</b> |                                                 |           |                |                    |
|---------------------------|-------------------------------------------------|-----------|----------------|--------------------|
| 1                         | Mantenimiento Express 24x7x4 Ruteador 3Com 6080 | \$ 145,83 | \$ 145,83      | \$ 1.750,00        |
| <b>Subtotal</b>           |                                                 |           |                | <b>\$ 1.750,00</b> |
| <b>Soporte Técnico</b>    |                                                 |           |                |                    |
| 100                       | Horas Soporte Técnico personal 3Com             |           | \$ 125,00      | \$ 1.500,00        |
| <b>Subtotal</b>           |                                                 |           |                | <b>\$ 1.500,00</b> |
|                           |                                                 |           | <b>TOTAL:</b>  | <b>\$ 33.350</b>   |
|                           |                                                 |           | <b>12% IVA</b> | <b>\$ 4.002</b>    |
|                           |                                                 |           | <b>TOTAL:</b>  | <b>\$ 37.352</b>   |

Tabla 4.10. Costos de Mantenimiento y Soporte

#### 4.2.2.1.4 Costos de Personal

El personal va a ser el mismo que para el diseño Frame Relay. Sus remuneraciones se muestran en la tabla 4.11.

| <b>Cant.</b> | <b>Personal</b>      | <b>Salario Promedio Mensual \$</b> | <b>Subtotal \$</b> | <b>Salario Anual</b> |
|--------------|----------------------|------------------------------------|--------------------|----------------------|
| 1            | Administrador Master | \$ 2.000,00                        | \$ 2.000,00        | \$ 24.000,00         |
| 7            | Técnicos             | \$ 1.000,00                        | \$ 7.000,00        | \$ 84.000,00         |
| <b>TOTAL</b> |                      |                                    | <b>\$ 9.000,00</b> | <b>\$ 108.000,00</b> |

Tabla 4.11. Costos de Personal

#### 4.2.2.2 Flujo de Fondos Efectivo

Con la información de precios obtenida de las secciones de Inversión Inicial y Costos de operación se puede armar el flujo de fondos que se lo puede ver en la tabla 4.12.

| FLUJO DE FONDOS                                       | Año 0                | Año 1                | Año 2                | Año 3                | Año 4                | Año 5                |
|-------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Costos de operación                                   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| Tarifa concesión de frecuencias                       |                      | \$ 22.345,00         | \$ 22.345,00         | \$ 22.345,00         | \$ 22.345,00         | \$ 22.345,00         |
| Servicios                                             |                      | \$ 65.196,00         | \$ 65.196,00         | \$ 65.196,00         | \$ 65.196,00         | \$ 65.196,00         |
| Personal                                              |                      | \$ 108.000,00        | \$ 108.000,00        | \$ 108.000,00        | \$ 108.000,00        | \$ 108.000,00        |
| Mantenimiento de red                                  |                      | \$ 37.352,00         | \$ 37.352,00         | \$ 37.352,00         | \$ 37.352,00         | \$ 37.352,00         |
| <i>Total costos de operación</i>                      |                      | \$ 232.893,00        | \$ 232.893,00        | \$ 232.893,00        | \$ 232.893,00        | \$ 232.893,00        |
| Costos de inversión                                   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| Valor en Libros Infraestructura Actual                | \$ 25.466,55         |                      |                      |                      |                      |                      |
| Capacitación                                          |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| Funcionamiento y manipulación básica de Equipos       | \$ 3.920,00          |                      |                      |                      |                      |                      |
| Configuración de encaminadores 3com serie 5000 y 6000 | \$ 4.800,00          |                      |                      |                      |                      |                      |
| Adquisición de Equipos                                |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| Equipos Remotos                                       | \$ 115.112,03        |                      |                      |                      |                      |                      |
| Equipos de Paso                                       | \$ 74.992,85         |                      |                      |                      |                      |                      |
| Equipo Central                                        | \$ 32.187,12         |                      |                      |                      |                      |                      |
| <i>Total costos de inversión</i>                      | \$ 256.478,55        | \$ 0,00              | \$ 0,00              | \$ 0,00              | \$ 0,00              | \$ 0,00              |
| <b>FLUJO DE FONDOS NETO</b>                           | <b>\$ 256.478,55</b> | <b>\$ 232.893,00</b> | <b>\$ 232.893,00</b> | <b>\$ 232.893,00</b> | <b>\$ 232.893,00</b> | <b>\$ 232.893,00</b> |

Tabla 4.12. Flujo de Fondos Diseño MPLS



### 4.2.3 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Al igual que en el diseño Frame Relay, se va a usar el indicador VAC para evaluar este proyecto, aplicando su fórmula (ver sección 4.1.3) se obtiene el siguiente valor.

$$VAC = \$256.478,55 + \frac{\$232.893,0}{(1+0.12)^1} + \frac{\$232.893,0}{(1+0.12)^2} + \frac{\$232.893,0}{(1+0.12)^3} + \frac{\$232.893,0}{(1+0.12)^4} + \frac{\$232.893,0}{(1+0.12)^5}$$

$$VAC = \$1.096.005,69$$

### 4.3. SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA DE DISEÑO

Para la selección de la mejor alternativa, se realizará una comparación que tomará en cuenta tanto los aspectos técnicos como financieros para seleccionar el diseño que más beneficie a Petrocomercial. La primera comparación tomará en cuenta las características técnicas que ofrece cada una de ellas. El segundo análisis compara los costos que cada uno de las dos soluciones planteadas involucra.

#### 4.3.1 Comparación técnica.

Los diseños presentados en el capítulo 3 se diferencian únicamente en los esquemas en los se implementará la calidad de servicio, lo que implica además una diferencia en el esquema de topología de capa 3. En el cuadro siguiente se realizará un resumen comparativo de ambos de diseños en el que se puede observar las similitudes y diferencias de los mismos.

| Características  | Diseño Frame Relay                        | Diseño MPLS                               |
|------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Uso de enlaces   | Propio, infraestructura actual            | Propio, infraestructura actual            |
| Topología Capa 2 | Estrella central, 3 estrellas periféricas | Estrella central, 3 estrellas periféricas |
| Topología Capa 3 | Una estrella                              | Estrella central, 3 estrellas periféricas |

|                                 |                    |                                                      |
|---------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------|
| Direccionamiento                | Estático, un salto | Estático, aplica criterios de sumarización, 2 saltos |
| Esquemas de calidad de servicio | Diffserv en capa 3 | Diffserv capa 3 y mapeo a etiqueta MPLS              |

Tabla 4.13. Similitudes y Diferencias entre Diseños

Como se puede ver la principal diferencia radica en el método de los esquemas utilizados para la calidad de servicio. El método utilizado en el diseño MPLS es superior a sólo utilizar Diffserv, dado que involucra que se puede tener todas las características de Diffserv para diferenciar, clasificar y priorizar tráfico en nodos de capa 3 intermedios, sin necesidad de subir a analizar la cabecera del paquete para obtener información de origen y destino así como del valor del campo DSCP.

Si bien está claro la ventaja de utilizar una combinación Diffserv MPLS para la calidad de servicio, esta solución no va a ser considerablemente superior a la que se obtiene utilizando únicamente Diffserv para la topología de la red que posee Petrocomercial, dado que involucraría que el mayor recorrido que se tenga que hacer sólo pase por tres saltos de capa IP a nivel WAN en el primer diseño.

Otra de las ventajas que tiene el utilizar una solución combinada para QoS, es que con esta tecnología se puede diferenciar muchos más tipos de tráfico. Pero otra vez ésta no pasa a ser una ventaja sobre el esquema Diffserv bajo la realidad de Petrocomercial, donde se busca priorizar tráfico por no origen sino por tipo; y, con la cantidad de categorías que posee Diffserv satisface de manera adecuada los la clasificación de tipos de tráfico que es de interés para Petrocomercial.

#### 4.3.2 Comparación Financiera

Una vez obtenidos los valores de VAC para los dos diseños (ver las secciones 4.1.3 y 4.2.3) se concluye que la mejor alternativa para la implementación QoS en la red WAN de Petrocomercial es la solución *“Frame Relay”* (VAC menor al VAC de la alternativa con MPLS), lo cual refleja que va a tener menos costos con esta alternativa con los mismos beneficios.

### 4.3.3 Selección

Dado que para el tiempo de vida estimado para este proyecto y considerando las capacidades de enlace por cada tipo de tráfico importante para la empresa sobre los cuales se requiere esquemas de calidad de servicio efectivos, adicionalmente tomando en cuenta las proyecciones de crecimiento tanto en aplicaciones como en sitios remotos planeados añadir a la actual topología; es técnica y financieramente la solución diseñada con la tecnología Frame Relay y Diffserv la más adecuada para Petrocomercial.

## **CAPÍTULO 5.**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- De los mecanismos utilizados para Calidad de Servicio en redes IP, la utilización de DiffServ es el método más utilizado para este propósito debido a la versatilidad que brinda en la implementación y la optimización del uso de recursos al no reservar los mismos previamente ni introducir sobrecarga.
  
- La tecnología MPLS brinda la posibilidad de unificar múltiples plataformas y mantener requerimientos de diversos clientes para prestación de multiservicios, ya que utiliza las características de capa red con la rapidez de la conmutación de la capa de enlace.
  
- El monitoreo eficiente y continuo de la infraestructura tecnológica de una empresa permite además de llevar un control adecuado de aplicativos, servicios, servidores y equipos de interconectividad, el tomar medidas correctivas con el fin de mantener constante el rendimiento de la misma, adecuarse de manera rápida a las nuevas necesidades y cambios de la empresa, así como también contribuye a tener el Costo total de propiedad lo más bajo posible.
  
- Los diseños propuestos son resultado de un análisis a profundidad de los requerimientos de los diferentes aplicativos de Petrocomercial, así como de una evaluación del uso y rendimiento de la infraestructura actual de la empresa; lo que permitió juzgar de manera precisa los cambios y políticas a implementar con el fin de dar el tratamiento adecuado al tráfico que transita por la red de área extendida.

- El diseño de la red WAN aplicando Frame Relay, mejora el desempeño de la infraestructura actual, incluyendo equipos y enlaces redundantes junto con una configuración de CIR y EIR adecuada a los parámetros que debe cumplir cada uno de ellos, información proveniente del período de observación, además de ello se incluyen un esquema Diffserv que prioriza los aplicativos empresariales y los flujos de datos de tiempo real, de tal manera que el rendimiento, esto es disponibilidad y tiempos de respuesta, de los aplicativos críticos mejore significativamente .
- El segundo diseño propuesto para la red utiliza MPLS sobre Frame Relay, lo que si bien, ocasiona al inicio un impacto mayor debido a la transición de infraestructura y tecnología, este diseño tiene la ventaja de un mejor control de flujos de datos lo que permite garantizar siempre la calidad de servicio en todos los segmentos de capa enlace que conforman la red.
- Con la implementación de políticas de gestión en la herramienta de administración de tráfico PacketShaper 2500 a nivel de los enlaces troncales Frame Relay, se mejora el nivel de servicio para los aplicativos empresariales y se controla el ancho de banda asignado a tráfico lúdico, lo que la constituye en un complemento adecuado para ambos diseños, mejorando la utilización de los recursos actualmente existentes en la red.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Petrocomercial, requiere de un software de control y gestión especializado en dispositivos de interconexión y enlaces que permita un fácil monitoreo y administración de los mismos, para tal efecto este software debería considerar: respaldos de configuraciones, historial de actividades, problemas y cambios de tal manera de poder detectar inconvenientes a tiempo, con el fin de asegurar así el continuo funcionamiento de la red.

- Para la ejecución de los planes de migración propuestos en este proyecto, es recomendable que exista un levantamiento de información referente de los procesos del negocio en los cuales interviene la unidad de Sistemas y Telecomunicaciones de Petrocomercial, su rol en ellos, su relación con otros procesos y criticidad, de tal manera de tener cubierto todos los campos que podrían verse afectados a la hora de efectuar las tareas de migración con el fin de que se tenga un plan de acción idóneo, asegurando de esta forma el menor impacto posible durante este proceso.
- Finalmente, es conveniente que Petrocomercial y el resto de filiales de Petroecuador comiencen un proceso de convergencia de tecnologías y unificación de sus respectivas redes a nivel nacional, ya que en la mayoría de puntos existen dependencias de todas las filiales, uniéndose de esta manera recursos técnicos y humanos para extender puntos de cobertura; bajo esta premisa el diseño MPLS propuesto en el presente proyecto es idóneo, pues se mantendría la independencia de tráficos de las distintas empresas, satisfaciendo los niveles de calidad de servicio requeridos por sus aplicativos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### CAPITULO 1

#### ▪ PÁGINAS WEB

- 1.1. MFA Forum (MPLS and Frame Relay Alliance, Alianza MPLS y Frame Relay).  
<http://www.mfaforum.org/frame/frfwhitepapers2.shtml>
- 1.2. Curso de Telemática, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Tecnología Frame Relay.  
<http://ieee.udistrital.edu.co/concurso/telematica/Site/frame3.htm>
- 1.3. Tecnología Frame Relay.  
[http://iaci.unq.edu.ar/materias/comunicacion/archivos/expo/frame\\_relay.doc](http://iaci.unq.edu.ar/materias/comunicacion/archivos/expo/frame_relay.doc)
- 1.4. Introducción a Frame Relay.  
<http://www.emagister.com/introduccion-frame-relay-cursos-1125863.htm>
- 1.5. Algoritmos para el control de la congestión.  
<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ingsanchez/Redes/Archivos/AlgoritmosCCong.asp>
- 1.6. Curso de Teleeducación sobre MPLS, Fernando Alcober Bayo, Mayo 2001.  
[http://panoramix.fi.upm.es/~jgarcia/Curso\\_MPLS/index.html](http://panoramix.fi.upm.es/~jgarcia/Curso_MPLS/index.html)
- 1.7. Tutorial y descripción técnica de TCP/IP.  
<http://ditec.um.es/laso/docs/tut-tcpip/3376fm.html>

- **LIBROS**

- 1.8. FINEBERG, Victoria, QoS Support in MPLS Networks, MPLS/Frame Relay Alliance White Paper, Mayo 2003.
- 1.9. GARCÍA TOMÁS, Jesús, Alta velocidad y calidad de servicio en redes IP, Editorial Ra-ma, 2002.
- 1.10. HIDALGO LASCANO, Pablo, Folleto Redes WAN, 2006.
- 1.11. TANENBAUM, Andrew S, Redes de Computadoras. Cuarta Edición, 2003

- **RFCs**

- 1.12. [RFC2283] Bates, Chandra, Katz, Rekhter. Multiprotocol Extensions for BGP-4 Febrero 1998.
- 1.13. [RFC3036] Andersson, Doolan, Feldman, Fredette, Thomas. LDP Specification Enero 2001.
- 1.14. [RFC3037] Thomas, Gray. LDP Applicability Enero 2001.
- 1.15. [RFC3209] Awduche, Berger, Gan, Li, Srinivasan. swallow. RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels Diciembre 2001.
- 1.16. [RFC3210] Awduche, Hannan, Xiao. Applicability Statement for Extensions to RSVP for LSP-Tunnels Diciembre 2001.
- 1.17. [RFC3213] Ash, Girish, Gray, Jamoussi, Wright. Applicability Statement for CR-LDP Enero 2002.
- 1.18. [RFC3301] Rosen, Viswanathan, Callon. Multiprotocol Label Switching Architecture Enero 2001.



## **CAPITULO 2**

### **▪ PÁGINAS WEB**

#### 2.1. IBM Networking.

<http://www.networking.ibm.com/nhd/webnav.nsf/pages/220:220over.html>

#### 2.2. Manual en línea de Packeteer.

<http://www.packeteer.com/support/resources/?attrvalue=36>

### **▪ APLICACIONES**

#### 2.3. Software PacketWise del PacketShaper serie 2500.

#### 2.4. Acceso web a monitor MRTG de Ruteadores.

### **▪ MANUALES**

#### 2.5. Vanguard Managed Solutions, Vanguard Applications Ware, USA, 2004.

### **▪ OTROS**

#### 2.6. Acceso vía Telnet a Ruteadores en El Rocío, Pichincha y Beaterio

#### 2.7. Área de Ingeniería y Procesamiento de Datos Petrocomercial.

#### 2.8. Área de Redes y Telecomunicaciones Petrocomercial.

#### 2.9. Cuarto de Equipos en Edificio “El Rocío” 5to piso.

- **CORREO ELECTRÓNICO**

2.10. Soporte Vanguard Argentina

soportetecnico@vanguardms.com.ar

## **CAPITULO 3**

- **PÁGINAS WEB**

3.1. Product Finder 3Com.

<http://configurator.3com.com/3com/ASP/Mart/Selector.aspx?webroot=/3com/&user=guest&languageid=en&finder=router>

- **OTROS**

3.2. Departamento de Relaciones Públicas, “Comunicaciones de Telefónica” número 39, España, Octubre 2006.

## **CAPITULO 4**

- **LIBROS**

4.1. HORNGREN Charles, SUNDEM Gary, STRATTON William, Contabilidad Administrativa, publicado 2007, Pearson Educación.