

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**ESCUELA DE INGENIERÍA**

**REINGENIERÍA DE LA RED DE CAMPUS DE LA  
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CONSIDERANDO  
LOS CRITERIOS DE CALIDAD DE SERVICIO**

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

**JUAN CARLOS DÍAZ ULLOA  
CARLOS FERNANDO MAYA DÁVILA**

**DIRECTOR: ING. CARLOS HERRERA**

**QUITO, ENERO DEL 2005**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Juan Carlos Díaz Ulloa y Carlos Fernando Maya Dávila, bajo mi supervisión.

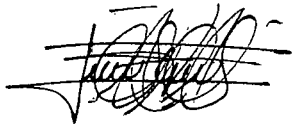
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Herrera', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

Ing. Carlos Herrera  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Juan Carlos Díaz Ulloa y Carlos Fernando Maya Dávila, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



---

Juan Carlos Díaz Ulloa



---

Carlos Fernando Maya Dávila

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios, por darnos fuerzas para ser constantes, a nuestros padres por darnos el apoyo cotidiano para la culminación de nuestros objetivos, a nuestros familiares, a nuestros queridos amigos por saber apoyarnos de una manera desinteresada y a nuestro director de tesis por sus valiosos consejos.

**JUAN CARLOS  
CARLOS FERNANDO**



## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres, a mis hermanos, a mis amigos y en especial a tres mujeres que han sido un gran soporte en mi vida, mi madre, mi abuela y mi novia; por haberme comprendido y apoyado en los buenos y malos momentos que he pasado, por ello muchas gracias de todo corazón..

**JUAN CARLOS**

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres, hermanos, familiares y amigos quienes de manera incondicional supieron darme apoyo y aliento para llegar a cumplir un sueño y una meta más en mi vida.

**CARLOS FERNANDO**

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>2</b>
<b>1 CALIDAD DE SERVICIO EN REDES LAN</b>	<b>2</b>
<b>1.1 MODELO DE REFERENCIA TCP/IP</b>	<b>2</b>
1.1.1 HISTORIA	2
1.1.2 MODELO TCP/IP 2	3
1.1.2.1 Capa Host-Red	3
1.1.2.2 Capa Internet 3	4
1.1.2.2.1 El protocolo IP (Protocolo Internet),	4
1.1.2.2.2 El protocolo ICMP (Protocolo de Mensajes de Control de Internet),	5
1.1.2.2.4 El protocolo RARP (Protocolo Inverso de Resolución de Direcciones),	5
1.1.2.3 Capa Transporte	6
1.1.2.3.1 El protocolo TCP (Protocolo de Control de Transmisión),	6
1.1.2.3.2 El protocolo UDP (Protocolo de Datagrama de Usuario),	7
1.1.2.4 Capa Aplicación	7
1.1.3 EVOLUCIÓN DE IPV4 A IPV6	7
1.1.3.1 Formato de cabeceras: IPv4 vs. IPv6	9
<b>1.2 CALIDAD DE SERVICIO, QoS</b>	<b>11</b>
1.2.1 HISTORIA	11
1.2.2 DEFINICIONES DE QoS.	13
1.2.3 ACRÓNIMOS TERMINADOS EN "oS" QoS, CoS, y ToS.	14
1.2.3.1 Calidad de Servicio (QoS).	14
1.2.3.2 Clase de Servicio (CoS).	15
1.2.3.3 Tipo de Servicio (ToS).	16
1.2.4 CLASIFICACIÓN DE QoS	16
1.2.4.1 Según la sensibilidad del tráfico.	17
1.2.4.1.1 QoS muy sensible al retardo.	17
1.2.4.1.2 QoS algo sensible al retardo.	17

1.2.4.1.3	QoS muy sensible a pérdidas.	17
1.2.4.1.4	QoS nada sensible.	17
1.2.4.2	Según las garantías	18
1.2.4.2.1	QoS Garantizada / Hard QoS	18
1.2.4.2.2	QoS No Garantizada / Lack of QoS	18
1.2.4.2.3	QoS Servicios Diferenciados / Soft QoS	19
1.2.4.3	Según el lugar de aplicación	19
1.2.4.3.1	QoS Extremo a Extremo (end-to-end)	20
1.2.4.3.2	QoS Borde a Borde (edge-to-edge)	20
1.2.5	PARÁMETROS DE QoS.	20
1.2.5.1	Tráfico de red	21
1.2.5.1.1	Según el tipo de aplicación	21
1.2.5.1.2	Según la sensibilidad al retardo	21
1.2.5.1.2.1	Tráfico algo sensible al retardo	21
1.2.5.1.2.2	Tráfico muy sensible al retardo	21
1.2.5.1.2.3	Tráfico muy sensible a pérdidas	22
1.2.5.1.2.4	Tráfico nada sensible	22
1.2.5.2	Retardo	22
1.2.5.3	Latencia	22
1.2.5.4	Jitter	22
1.2.5.5	Ancho de Banda	24
1.2.5.6	Fiabilidad	24
1.2.5.7	Disponibilidad	24
1.2.5.8	Priorización	24
1.2.5.9	Encolado	24
1.2.5.10	Planificación	25
1.2.5.11	Flujo	25
1.2.6	PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD DE SERVICIO	26
1.2.6.1	Administración de colas	26
1.2.6.1.1	Primero en entrar, primero en salir, FIFO	28
1.2.6.1.2	Priorización de tráfico, PQ	29
1.2.6.1.3	Ancho de banda garantizado, CQ	30

1.2.6.1.4	Encolamiento justo ponderado basado en flujos, WFQ	31
1.2.6.1.5	Colas Basadas en Clases, CBQ	34
1.2.6.1.6	Descarte Aleatorio Anticipado, RED	35
1.2.7	<b>NORMAS DE CALIDAD DE SERVICIO EN REDES LAN</b>	<b>37</b>
1.2.7.1	Norma IEEE 802.1p	38
1.2.7.1.1	Disponibilidad del servicio	38
1.2.7.1.2	Pérdida de tramas	38
1.2.7.1.3	Reordenamiento de tramas	39
1.2.7.1.4	Duplicación de tramas	39
1.2.7.1.5	Retardo experimentado por una trama	39
1.2.7.1.6	Tiempo de vida de una trama	40
1.2.7.1.7	Máximo tamaño soportado de una unidad de datos de servicio (SDU)	40
1.2.7.1.8	Prioridad	40
1.2.7.1.9	Rendimiento	40
1.2.7.2	Estándar 802.1q	42
1.2.7.3	SBM (Subnet Bandwidth Management)	45
1.2.7.3.1	Componentes de SBM	45
1.2.7.3.2	Funcionamiento de SBM	46
1.2.8	<b>SOPORTE DE CALIDAD DE SERVICIO EN IPV4</b>	<b>46</b>
1.2.9	<b>SOPORTE DE CALIDAD DE SERVICIO EN IPV6</b>	<b>48</b>
1.3	<b>ARQUITECTURAS DE CALIDAD DE SERVICIO</b>	<b>49</b>
1.3.1	ARQUITECTURA DE SERVICIOS DIFERENCIADOS, DIFFSERV	50
1.3.2	ARQUITECTURA DE SERVICIOS INTEGRADOS, INTSERV	57
1.3.2.1	Best Effort	57
1.3.2.2	Carga controlada	57
1.3.2.3	Carga garantizada	57
1.3.2.4	Clasificador de paquetes	59
1.3.2.5	Planificador de paquetes	59
1.3.2.6	Control de admisión	59
1.3.2.7	Protocolo de reserva	59

1.3.2.8	Protocolo RSVP	60
1.3.3	ARQUITECTURA MPLS (MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING)	62
<b>CAPÍTULO 2</b>		<b>65</b>
<b>2</b>	<b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA POLIRED Y SUS REQUERIMIENTOS</b>	<b>65</b>
<b>2.1</b>	<b>HISTORIA DE LA POLIRED A DICIEMBRE DEL 2003</b>	<b>65</b>
<b>2.2</b>	<b>INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE LA RED DE CAMPUS</b>	<b>67</b>
2.2.1	ELEMENTOS PASIVOS DE LA POLIRED	67
2.2.1.1	Tendido de Fibra Óptica	69
2.2.1.2	Enlaces Existentes en la red de campus	72
2.2.2	ELEMENTOS ACTIVOS DE LA POLIRED	73
2.2.2.1	Convertidores de Medio 10BASE-FL A 10BASE-T	74
2.2.2.2	Servidores de Red	74
2.2.2.3	Elementos Activos del Centro de Cómputo	75
<b>2.3</b>	<b>ELEMENTOS DE RED EN LAS PRINCIPALES DEPENDENCIAS DE LA ESCUELA POLITECNICA NACIONAL</b>	<b>78</b>
2.3.1	CABLEADO UTILIZADO EN LA POLIRED	78
2.3.2	EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	79
2.3.2.1	Análisis de las redes de datos existentes	79
2.3.2.2	Dispositivos de red existentes	80
2.3.3	EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA – QUÍMICA	82
2.3.3.1	Análisis de redes de datos existentes	83
2.3.3.2	Dispositivos de red existentes	85
2.3.4	EDIFICIO DE INGENIERÍA QUÍMICA	86
2.3.4.1	Análisis de redes de datos existentes	86
2.3.4.2	Dispositivos de red existentes	86
2.3.5	EDIFICIO DE METALURGIA	87
2.3.5.1	Análisis de redes de datos existentes	87
2.3.5.2	Dispositivos de red existentes	88
2.3.6	EDIFICIO DE INGENIERÍA EN SISTEMAS	88
2.3.6.1	Análisis de redes de datos existentes	89

2.3.6.2	Dispositivos de red existentes	90
2.3.7	EDIFICIO DE INGENIERÍA MECÁNICA	91
2.3.7.1	Análisis de redes de datos existentes	92
2.3.7.2	Dispositivos de red existentes	92
2.3.8	EDIFICIO DEL PROPEDÉUTICO	93
2.3.8.1	Análisis de redes de datos existentes	94
2.3.8.2	Dispositivos de red existentes	94
2.3.9	EDIFICIO DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA, MINAS Y PETRÓLEOS	96
2.3.9.1	Análisis de redes de datos existentes	96
2.3.9.2	Dispositivos de red existentes	97
2.3.10	EDIFICIO DE ABASTECIMIENTOS	98
2.3.10.1	Análisis de redes de datos existentes	98
2.3.10.2	Dispositivos de red existentes	98
2.3.11	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	99
2.3.11.1	Análisis de redes de datos existentes	100
2.3.11.2	Dispositivos de red existentes	101
2.3.12	EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL	103
2.3.12.1	Análisis de redes de datos existentes	103
2.3.12.2	Dispositivos de red existentes	105
2.3.13	EDIFICIO DE HIDRÁULICA	105
2.3.13.1	Análisis de redes de datos existentes	105
2.3.14	EDIFICIO CASA MATA	106
2.3.14.1	Análisis de redes de datos existentes	106
2.3.14.2	Dispositivos de red existentes	107
2.3.15	EDIFICIOS DEL EPCAE	107
2.3.15.1	Análisis de redes de datos existentes	108
2.3.15.2	Dispositivos de red existentes	108
2.3.16	EDIFICACIONES DE LA ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA	109
2.3.16.1	Análisis de redes de datos existentes	109
2.3.16.2	Dispositivos de red existentes	110
2.3.17	EDIFICIOS PROYECTOS BID-FUNDACYT	111

2.3.17.1	Análisis de redes de datos existentes	111
2.3.17.2	Dispositivos de red existentes	111
2.3.18	DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA	112
2.3.18.1	Análisis de redes de datos existentes	112
2.3.18.2	Dispositivos de red existentes	112
2.3.19	NIVELES DE TRÁFICO ACTUALES EN LA POLIRED	113
2.3.19.1	Mediciones de Tráfico por aplicaciones	116
<b>2.4</b>	<b>RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA POLIRED A DICIEMBRE DEL 2003</b>	<b>117</b>
2.4.1	RUTEO Y DIRECCIONAMIENTO IP EN LA RED DE CAMPUS DE LA EPN	126
2.4.2	ADMINISTRACIÓN DE LA RED DE CAMPUS	127
2.4.3	SEGURIDAD EN LA RED DE CAMPUS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	127
<b>2.5</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA RED DE CAMPUS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL</b>	<b>128</b>
2.5.1	EDIFICIOS QUE FORMAN PARTE DE LA POLIRED	129
2.5.2	RED ADMINISTRATIVA Y RED ACADÉMICA	130
2.5.3	REQUERIMIENTOS DE PUNTOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO PARA LA RED ADMINISTRATIVA Y LA RED ACADÉMICA	132
2.5.4	REQUERIMIENTOS DE LOS USUARIOS, APLICACIONES, HOSTS Y RED	136
2.5.4.1	Requerimientos de usuarios para toda la EPN	137
2.5.4.2	Requerimientos de aplicaciones para toda la EPN	139
2.5.4.3	Requerimientos de Hosts para toda la EPN	140
2.5.5	REQUERIMIENTOS DE TRÁFICO FUTURO PROYECTADO EN LOS EDIFICIOS DEL CAMPUS	141
2.5.5.1	Edificio de Ingeniería Eléctrica	143
2.5.5.1.1	Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales	144
2.5.5.1.2	Estimaciones de Tráfico a 3 años	144



2.5.5.1.3	Estimaciones de Tráfico a 8 años	145
2.5.5.2	Edificio de Ingeniería Eléctrica – Química	146
2.5.5.2.1	Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales	146
2.5.5.2.2	Estimaciones de tráfico a 3 años	146
2.5.5.2.3	Estimaciones de Tráfico a 8 años	147
2.5.5.3	Edificio de Ingeniería Química	147
2.5.5.3.1	Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales	147
2.5.5.3.2	Estimaciones de tráfico a 3 años	148
2.5.5.3.3	Estimaciones de Tráfico a 8 años	148
2.5.5.4	Edificio de Metalurgia, Laboratorios de Mecánica y Procesos Industriales	149
2.5.5.4.1	Estimaciones de Tráfico a 3 años	149
2.5.5.4.2	Estimaciones de tráfico a 8 años	150
2.5.5.5	Edificio de Ingeniería Mecánica	150
2.5.5.5.1	Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales	150
2.5.5.5.2	Estimaciones de Tráfico a 3 años	151
2.5.5.5.3	Estimaciones de Tráfico a 8 años	151
2.5.5.6	Edificio de Ingeniería en Sistemas	152
2.5.5.6.1	Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales	152
2.5.5.6.2	Estimaciones de tráfico 3 años	152
2.5.5.6.3	Estimaciones de tráfico a 8 años	153
2.5.5.7	Edificios de la Escuela de Formación Tecnológica (ESFOT)	153
2.5.5.7.1	Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales	154
2.5.5.7.2	Estimaciones de tráfico a 3 años	154
2.5.5.7.3	Estimaciones de tráfico a 8 años	154
2.5.5.8	Edificio del Propedéutico (Ex - ICB)	155

2.5.5.8.1	Estimaciones de tráfico con el número de hosts actuales	155
2.5.5.8.2	Estimaciones de tráfico 3 años	155
2.5.5.8.3	Estimaciones de tráfico a 8 años	156
2.5.5.9	Edificios de Ingeniería en Geología Minas y Petróleos	156
2.5.5.9.1	Estimaciones de tráfico con el número de hosts actuales	156
2.5.5.9.2	Estimaciones de tráfico 3 años	157
2.5.5.9.3	Estimaciones de Tráfico a 8 años	157
2.5.5.10	Edificio de Abastecimientos	158
2.5.5.10.1	Estimaciones de Tráfico a 3 años	158
2.5.5.10.2	Estimaciones de tráfico a 8 años	158
2.5.5.11	Edificio Administrativo	159
2.5.5.11.1	Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales	159
2.5.5.11.2	Estimaciones de Tráfico a 3 años	160
2.5.5.11.3	Estimaciones de tráfico a 8 años	160
2.5.5.12	Edificio de Ingeniería Civil	160
2.5.5.12.1	Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales	161
2.5.5.12.2	Estimaciones de Tráfico a 3 años	161
2.5.5.12.3	Estimaciones de Tráfico a 8 años	162
2.5.5.13	Edificios de Hidráulica, Casa Mata y Proyectos BID	162
2.5.5.13.1	Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales	162
2.5.5.13.2	Estimaciones de Tráfico a 3 años	163
2.5.5.13.3	Estimaciones de Tráfico a 8 años	163
2.5.5.14	Edificio del EPCAE	164
2.5.5.14.1	Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales	164
2.5.5.14.2	Estimaciones de Tráfico a 3 años	164
2.5.5.14.3	Estimaciones de Tráfico a 8 años	165
2.5.5.15	Edificio del Departamento de Alimentos y Biotecnología	165

2.5.5.15.1	Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales	165
2.5.5.15.2	Estimaciones de Tráfico 3 años	166
2.5.5.15.3	Estimaciones de Tráfico a 8 años	166
2.5.5.16	Resumen de requerimientos de tráfico y puntos de red en los edificios del Campus de la EPN	166
2.5.6	ANÁLISIS DE FLUJOS DE LA RED DE CAMPUS Y REQUERIMIENTOS DE TRÁFICO EN EL BACKBONE PRINCIPAL	168
2.5.6.1	Flujos	169
2.5.6.2	Clasificación de flujos de datos	169
2.5.6.3	Fuentes y receptores de datos	171
2.5.6.4	Modelos de flujos determinados	171
2.5.6.4.1	Modelo Cliente-Servidor	171
2.5.6.4.2	Modelo de Computación distribuida	172
2.5.6.5	Distribución de flujos	172
2.5.6.6	Análisis de flujos y tráfico del backbone de la red de Campus	173
2.5.7	REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS DE RED	178
2.5.7.1	Tolerancia a fallas	178
2.5.7.2	Escalabilidad	179
2.5.7.3	Calidad de Servicio	179
2.5.7.4	Administración de la red	180
2.5.7.5	Seguridad de la red de Campus	180
<b>CAPÍTULO 3</b>		<b>182</b>
<b>3</b>	<b>DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS DE LA EPN TOMANDO EN CUENTA CALIDAD DE SERVICIO</b>	<b>182</b>
<b>3.1</b>	<b>COMPARACIÓN ENTRE LOS DISTINTOS PROTOCOLOS DE CALIDAD DE SERVICIO</b>	<b>182</b>
3.1.1	ARQUITECTURA DE SERVICIOS DIFERENCIADOS	183
3.1.1.1	Ventajas	183

3.1.1.2	Desventajas	184
3.1.2	ARQUITECTURA DE SERVICIOS INTEGRADOS	184
3.1.2.1	Ventajas	184
3.1.2.2	Desventajas	184
3.1.3	ARQUITECTURA MPLS	185
3.1.3.1	Ventajas	185
3.1.3.2	Desventajas	185
3.1.4	PROTOCOLO IEEE 802.1P	186
3.1.4.1	Ventajas	186
3.1.4.2	Desventajas	186
3.1.5	PROTOCOLO SBM	187
3.1.5.1	Ventajas	187
3.1.5.2	Desventajas	187
<b>3.2</b>	<b>OBJETIVOS DEL DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS DE LA EPN</b>	<b>187</b>
<b>3.3</b>	<b>MEDICIONES DE TRÁFICO</b>	<b>189</b>
3.3.1	MODELOS DE PATRONES DE TRÁFICO	190
3.3.1.1	Efectos del tráfico broadcast	190
3.3.1.1.1	Tipos de tramas broadcast	190
3.3.1.2	Tráfico Multimedia	192
3.3.1.2.1	Tipos de aplicaciones multimedia	192
3.3.1.2.2	Características del tráfico multimedia	192
3.3.1.2.2.1	Multimedia como tráfico unicast	192
3.3.1.2.2.2	Multimedia como Tráfico Broadcast	193
3.3.1.2.2.3	Multimedia como Tráfico Multicast	193
<b>3.4</b>	<b>DETERMINACIÓN DEL MODELO A IMPLEMENTARSE EN LA EPN</b>	<b>193</b>
3.4.1	COMPARACIÓN DE MODELOS DE DISEÑO DE REDES DE CAMPUS	194
3.4.1.1	Modelo de VLAN en redes de Campus	194
3.4.1.2	Modelo de Conmutación Multicapa	194
3.4.1.3	Selección del modelo a implementarse en la red de Campus	196
<b>3.5</b>	<b>DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS CON CONMUTACIÓN MULTICAPA</b>	<b>196</b>

3.5.1	DISEÑO DEL BACKBONE PARA LA RED DE CAMPUS	197
3.5.1.1	Tecnologías de backbone	197
3.5.1.1.1	Backbone ATM	198
3.5.1.1.1.1	Limitaciones de la tecnología ATM	199
3.5.1.1.2	Backbone Gigabit Ethernet	199
3.5.1.1.2.1	Limitaciones de la tecnología Gigabit ethernet	199
3.5.1.1.3	Selección de la tecnología para el backbone de red	200
3.5.1.2	Backbone Colapsado	201
3.5.1.3	Backbone con Conmutación de Capa 2	202
3.5.1.4	Backbone con Conmutación de Capa 3	203
3.5.1.5	Selección del tipo de Backbone de Campus	204
3.5.1.6	Equipos para el backbone de la red de Campus	204
3.5.1.6.1	Solución Cisco	204
3.5.1.6.2	Solución Enterasys	207
3.5.1.6.3	Solución 3COM	210
3.5.1.7	Redundancia en el backbone de la red de Campus	212
3.5.2	DISEÑO DE LA CAPA DISTRIBUCIÓN	213
3.5.2.1	Descripción de los nuevos enlaces para la Polired	215
3.5.2.1.1	Enlaces inalámbricos	217
3.5.2.1.1.1	Enlace Administración – Abastecimientos y Enlace Ingeniería Eléctrica–Química – Ala norte	219
3.5.2.1.1.1.1	Solución CISCO	219
3.5.2.2	Equipos para la capa distribución de la red de Campus	222
3.5.2.2.1	Solución CISCO	223
3.5.2.2.2	Solución Enterasys	223
3.5.2.2.3	Solución 3COM	224
3.5.3	DISEÑO DE LA CAPA DE ACCESO	226
3.5.3.1	Solución de acceso CISCO	227
3.5.3.2	Solución de acceso Enterasys	229
3.5.3.3	Solución de acceso 3COM	231

3.5.3.4	Equipos de acceso Inalámbrico	232
3.5.3.4.1	Solución CISCO	232
3.5.3.4.2	Solución 3COM	235
3.5.4	SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LA RED DE CAMPUS	236
3.5.5	DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS	238
3.5.6	GRUPO DE SERVIDORES DE LA RED DE CAMPUS	241
3.5.6.1	Redundancia para el grupo de servidores	243
3.5.6.2	Servidor de nombres de dominio	244
3.5.6.2.1	Servidores de nombres principal y secundario	244
3.5.6.3	Servidor de correo electrónico	244
3.5.6.4	Servidor DHCP	245
3.5.6.5	Servidor administrativo	245
3.5.6.6	Servidor de Biblioteca	245
3.5.6.7	Servidor de Archivos	246
3.5.6.8	Otros servidores	246
3.5.7	VLANS EN LA RED DE CAMPUS DE LA EPN	246
<b>3.6</b>	<b>CONEXIÓN CON REDES EXTERNAS</b>	<b>248</b>
<b>3.7</b>	<b>RESUMEN GENERAL DEL DISEÑO PLANTEADO PARA LA RED DE CAMPUS</b>	<b>249</b>
<b>3.8</b>	<b>DIRECCIONAMIENTO IP PARA LA RED DE CAMPUS</b>	<b>254</b>
3.8.1	ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES IP AUTOMÁTICAS	255
3.8.1.1	Agente Relevador (Relay) DHCP	255
3.8.2	TRADUCCIÓN DE DIRECCIONES DE RED (NAT)	256
<b>3.9</b>	<b>GENERALIDADES DE CABLEADO ESTRUCTURADO</b>	<b>256</b>
<b>3.10</b>	<b>SEGURIDAD DE LA RED DE CAMPUS</b>	<b>259</b>
3.10.1	PROTECCIÓN CONTRA ATAQUES EXTERNOS	261
3.10.2	SELECCIÓN DE UN FIREWALL	262
3.10.3	PROTECCIÓN CONTRA ATAQUES INTERNOS	264
3.10.4	CONTROL DE ACCESO Y CONTRASEÑAS	265
3.10.5	LA CAPACITACIÓN FAVORECE LA SEGURIDAD	266
3.10.6	SEGURIDAD FÍSICA	266
3.10.6.1	Seguridad física para los conmutadores y ruteadore	267

3.10.6.2 Seguridad física para el cableado	268
<b>3.11 ESTIMACIÓN ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE CAMPUS</b>	<b>268</b>
3.11.1 COSTOS DE LOS ELEMENTOS DE LA RED	269
3.11.2 COSTOS DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	270
3.11.3 ESTIMACIÓN TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	272
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>274</b>
<b>4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>274</b>
<b>4.1 CONCLUSIONES</b>	<b>274</b>
<b>4.2 RECOMENDACIONES</b>	<b>278</b>
<b>5 BIBLIOGRAFIA</b>	<b>279</b>
<b>6 ANEXOS</b>	<b>282</b>

# LISTA DE TABLAS

## CAPÍTULO 1

Tabla 1.1	Sistema de asignación de direcciones basado en clases de IPv4	8
Tabla 1.2	Semejanzas y Diferencias entre QoS y CoS	15
Tabla 1.3	Comparación entre reserva y prioridad	26
Tabla 1.4	Prioridad de cada flujo	33
Tabla 1.5	Prioridad de los flujos	33
Tabla 1.6	Prioridad de salida según el método MAC utilizado	41
Tabla 1.7	Grupos de categorías del campo DSCP	53
Tabla 1.8	Comparación de DiffServ con los servicios de ATM	56
Tabla 1.9	Comparación de DiffServ con los servicios de ATM	58

## CAPÍTULO 2

Tabla 2.1	Enlaces de Fibra Óptica a Diciembre del 2003.	72
Tabla 2.2	Ubicación de los convertidores de Medio	74
Tabla 2.3	Servidores alojados en el Centro de Cómputo General	75
Tabla 2.4	Principales dispositivos ubicados en el Centro de Cómputo	76
Tabla 2.5	Hosts en el edificio de Ingeniería Eléctrica	80
Tabla 2.6	Servidores en el edificio de Ingeniería Eléctrica	81
Tabla 2.7	Elementos activos en el edificio de Ingeniería Eléctrica	82
Tabla 2.8	Hosts en el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química.	84
Tabla 2.9	Servidores en el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química.	85
Tabla 2.10	Elementos activos en el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química.	86
Tabla 2.11	Hosts en el edificio de Ingeniería Química	87
Tabla 2.12	Hosts en el edificio de Metalurgia	88
Tabla 2.13	Hosts en el edificio de Ingeniería en Sistemas	90
Tabla 2.14	Servidores en el edificio de Ingeniería en Sistemas	91
Tabla 2.15	Elementos Activos existentes en el edificio de Ingeniería en Sistemas	91



Tabla 2.16	Hosts en el edificio de Ingeniería Mecánica	92
Tabla 2.17	Elementos activos existentes en el edificio de Ingeniería Mecánica	93
Tabla 2.18	Hosts existentes en el edificio del Propedéutico.	95
Tabla 2.19	Servidores existentes en el edificio del Propedéutico.	95
Tabla 2.20	Elementos Activos existentes en el edificio del Propedéutico	96
Tabla 2.21	Hosts existentes en el edificio de Geología, Minas y Petróleos	97
Tabla 2.22	Elementos activos existentes en el edificio de Geologías, Minas y Petróleos	97
Tabla 2.23	Hosts existentes en el edificio de Suministros	99
Tabla 2.24	Distribución de las dependencias del Edificio Administrativo	99
Tabla 2.25	Hosts existentes en el edificio Administrativo	101
Tabla 2.26	Servidores existentes en el edificio Administrativo	102
Tabla 2.27	Elementos Activos existentes en el edificio Administrativo	103
Tabla 2.28	Hosts existentes en el edificio de Ingeniería Civil	104
Tabla 2.29	Elementos Activos existentes en el edificio de Ingeniería Civil	105
Tabla 2.30	Hosts existentes en el edificio Casa Mata	107
Tabla 2.31	Hosts existentes en el EPCAE	108
Tabla 2.32	Elementos Activos existentes en el EPCAE	109
Tabla 2.33	Hosts existentes en la ESFOT	110
Tabla 2.34	Elementos Activos existentes en la ESFOT	110
Tabla 2.35	Hosts existentes en los centros BID FUNDACYT	112
Tabla 2.36	Hosts en el Departamento de Alimentos y Biotecnología	113
Tabla 2.37	Tráfico en las principales áreas de la EPN.	114
Tabla 2.38	Tráfico promedio generado por cada host en cada uno de los enlaces.	116
Tabla 2.39	Hosts existentes en las principales dependencias de la EPN	118
Tabla 2.40	Porcentaje de hosts existentes en las principales dependencias de la EPN según su tecnología.	119
Tabla 2.41	Servidores existentes en las dependencias de la EPN.	122
Tabla 2.42	Elementos activos en las principales dependencias de la EPN	124
Tabla 2.43	Distribución de subredes en la red de Campus	127
Tabla 2.44	Puntos de Cableado que requeridos en las dependencias de la EPN	134

Tabla 2.45	Comparación de los requerimientos generales entre las dos redes.	136
Tabla 2.46	Tipos de requerimientos para la red de Campus.	136
Tabla 2.47	Expectativas de crecimiento promedio del número de usuarios en la red de Campus de la EPN.	138
Tabla 2.48	Crecimiento de la red en cada una de las principales dependencias de la EPN.	139
Tabla 2.49	Requerimientos de aplicaciones para toda la EPN.	140
Tabla 2.50	Lineamientos mínimos de hosts y de servidores para la Polired	141
Tabla 2.51	Conjunto de Aplicaciones Actuales y Futuras	142
Tabla 2.52	Tráfico en el edificio de Ingeniería Eléctrica considerando el número de hosts actuales.	144
Tabla 2.53	Tráfico y número de puntos de red estimados en el edificio de Ingeniería Eléctrica a 3 años.	145
Tabla 2.54	Tráfico y puntos de red estimados en el edificio de Ingeniería Eléctrica a 8 años.	145
Tabla 2.55	Tráfico estimado en el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química considerando el número de hosts actuales.	146
Tabla 2.56	Tráfico estimado a 3 años en el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química.	147
Tabla 2.57	Tráfico estimado a 8 años en el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química.	147
Tabla 2.58	Tráfico en el edificio de Ingeniería Química considerando el número de hosts actuales.	148
Tabla 2.59	Tráfico estimado a 3 años en el edificio de Ingeniería Química.	148
Tabla 2.60	Tráfico estimado a 8 años en el edificio de Ingeniería Química.	149
Tabla 2.61	Tráfico estimado a 3 años en el ala norte.	149
Tabla 2.62	Tráfico estimado a 8 años en el ala norte.	150
Tabla 2.63	Tráfico en Ingeniería Mecánica considerando el número de hosts actuales.	150
Tabla 2.64	Tráfico estimado a 3 años en el edificio de Ingeniería Mecánica.	151
Tabla 2.65	Tráfico estimado a 8 años en el edificio de Ingeniería Mecánica.	151

Tabla 2.66	Estimaciones de Tráfico en el edificio de Ingeniería en Sistemas considerando el número de hosts actuales.	152
Tabla 2.67	Tráfico estimado a 3 años en el edificio de Ingeniería en Sistemas.	153
Tabla 2.68	Tráfico estimado a 8 años en el edificio de Ingeniería en Sistemas.	153
Tabla 2.69	Tráfico en la ESFOT considerando el número actual de hosts.	154
Tabla 2.70	Tráfico estimado a 3 años en las edificaciones de la ESFOT.	154
Tabla 2.71	Tráfico estimado a 8 años en las edificaciones de la ESFOT.	155
Tabla 2.72	Tráfico en el edificio del Propedéutico considerando el número de hosts actuales.	155
Tabla 2.73	Tráfico estimado a 3 años en el edificio del Propedéutico.	156
Tabla 2.74	Tráfico estimado a 8 años en el edificio del Propedéutico.	156
Tabla 2.75	Tráfico estimado en los edificios de Ingeniería en Geología Minas y Petróleos considerando el número de hosts actuales.	157
Tabla 2.76	Tráfico estimado a 3 años en los edificios de Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos.	157
Tabla 2.77	Tráfico estimado a 8 años en los edificios de Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos.	158
Tabla 2.78	Tráfico estimado a 3 años en el edificio de Abastecimientos.	158
Tabla 2.79	Tráfico estimado a 8 años en el edificio de Abastecimientos.	159
Tabla 2.80	Tráfico estimado en el edificio Administrativo considerando el número de hosts actuales.	159
Tabla 2.81	Tráfico estimado a 3 años en el edificio Administrativo.	160
Tabla 2.82	Tráfico estimado a 8 años en el edificio Administrativo.	160
Tabla 2.83	Tráfico estimado en el edificio de Ingeniería Civil considerando el número de hosts actuales.	161
Tabla 2.84	Tráfico estimado a 3 años en el edificio de Ingeniería Civil.	161
Tabla 2.85	Tráfico estimado a 8 años en el edificio de Ingeniería Civil.	162
Tabla 2.86	Tráfico en Hidráulica, Casa Mata, Proyectos BID considerando el número de hosts actuales.	163
Tabla 2.87	Tráfico estimado a 3 años en los edificios de Hidráulica, Casa Mata, Proyectos BID.	163

Tabla 2.88	Tráfico estimado a 8 años en los edificios de Hidráulica, Casa Mata, Proyectos BID.	163
Tabla 2.89	Tráfico estimado en el edificio del EPCAE considerando el número de hosts actuales.	164
Tabla 2.90	Tráfico estimado a 3 años en el edificio del EPCAE.	164
Tabla 2.91	Tráfico estimado a 8 años en el edificio del EPCAE.	165
Tabla 2.92	Tráfico estimado en el edificio del Departamento de Alimentos y Biotecnología considerando el número de hosts actuales.	165
Tabla 2.93	Tráfico estimado a 3 años en el edificio del Departamento de Alimentos y Biotecnología.	166
Tabla 2.94	Tráfico estimado a 8 años en el edificio del Departamento de Alimentos y Biotecnología.	166
Tabla 2.95	Resumen de las estimaciones de Tráfico a 3 años.	167
Tabla 2.96	Resumen de las estimaciones de Tráfico a 8 años.	168
Tabla 2.97	Requerimientos específicos de los enlaces hacia el backbone para las dependencias de la parte norte del Campus.	175
Tabla 2.98	Requerimientos específicos de los enlaces hacia el backbone para las dependencias de la parte sur del Campus.	175
Tabla 2.99	Distribución de flujo en el backbone de la red.	177

### **CAPÍTULO 3**

Tabla 3.1	Tipos de tramas broadcast	191
Tabla 3.2	Enlace principal para el backbone de la red	197
Tabla 3.3	Características de la tecnología Gigabit Ethernet.	200
Tabla 3.4	Características generales de los equipos CISCO para el backbone de Campus	206
Tabla 3.5	Módulos y accesorios para la solución CISCO en el backbone.	207
Tabla 3.6	Características generales de los equipos Enterasys de la familia MATRIX E1 para el backbone	208
Tabla 3.7	Módulos requeridos para la solución Enterasys en el backbone.	209

Tabla 3.8	Características generales del 3COM switch 4005.	211
Tabla 3.9	Módulos requeridos para la solución 3COM en el backbone.	212
Tabla 3.10	Dimensionamiento de los enlaces desde el backbone hacia los edificios principales del Campus.	214
Tabla 3.11	Nuevos enlaces de interconexión de las dependencias de la Escuela Politécnica Nacional	216
Tabla 3.12	Capacidad de los enlaces inalámbricos planteados.	219
Tabla 3.13	Características de CISCO Aironet 1100	221
Tabla 3.14	Módulos requeridos para la solución CISCO en la capa distribución	223
Tabla 3.15	Módulos requeridos para la solución Enterasys en la capa distribución	224
Tabla 3.16	Características generales de los equipos 3COM de la Familia 4900	225
Tabla 3.17	Módulos requeridos para la solución 3COM en la capa distribución.	226
Tabla 3.18	Características del CISCO Catalyst 2950	228
Tabla 3.19	Módulos para el CISCO Catalyst 2950	229
Tabla 3.20	Características generales de los equipos de la familia MATRIX V2.	230
Tabla 3.21	Módulos requeridos para la solución Enterasys propuesta	230
Tabla 3.22	Características generales de los conmutadores Baseline para la capa acceso	231
Tabla 3.23	Módulos requeridos para la solución 3COM en la capa acceso.	232
Tabla 3.24	Características principales del CISCO Aironet 1200	234
Tabla 3.25	Dimensionamiento de los equipos en cada una de las capas del modelo planteado para la red de Campus.	238
Tabla 3.26	Dimensionamiento del enlace hacia el grupo de servidores.	242
Tabla 3.27	VLANs configuradas en la Polired	247
Tabla 3.28	Valores de conexión entre distribución y backbone.	250
Tabla 3.29	Direcciones de red para cada dependencia dentro del Campus con acceso a la red Académica.	254
Tabla 3.30	Características del Firewall 3COM Superstack 3	264

Tabla 3.31	Precio total de los principales equipos propuestos	270
Tabla 3.32	Precios de elementos del sistema de distribución	271
Tabla 3.33	Estimación económica para la implantación de la red de campus	272

# LISTA DE FIGURAS

## CAPÍTULO 1

Figura 1.1	Evolución de la red INTERNET	2
Figura 1.2	Las cuatro capas del Modelo TCP/IP	3
Figura 1.3	Estructura de una dirección IP	4
Figura 1.4	Comparación entre las cabeceras de la versión IPv4 vs. IPv6	9
Figura 1.5	Campos de los estándares 802.1p/Q	16
Figura 1.6	Relación Tráfico, Ancho de Banda y Latencia	18
Figura 1.7	Espectro de la Calidad de Servicio según las garantías	19
Figura 1.8	Fluctuación del retardo – “Jitter”	23
Figura 1.9	Operación del algoritmo de priorización de tráfico, PQ	29
Figura 1.10	Operación del algoritmo de ancho de banda garantizado, CQ	31
Figura 1.11	Operación del algoritmo de encolamiento justo ponderado, WFQ	32
Figura 1.12	Enlace compartido por cinco tipos de tráfico mediante CBQ	35
Figura 1.13	Operación del algoritmo de descarte aleatorio de paquetes	36
Figura 1.14	Etiquetado de tramas según 802.1Q	42
Figura 1.15	Asignación del tipo de tráfico en un puerto con ocho colas	44
Figura 1.16	Componentes de SBM	46
Figura 1.17	Cabecera IPv4	46
Figura 1.18	Campo Tipo de Servicio (ToS) en IPv4	47
Figura 1.19	Cabecera IPv6	48
Figura 1.20	Arquitectura DiffServ	50
Figura 1.21	Cabecera IPv4 antes de DiffServ	52
Figura 1.22	Cabecera IPv4 con DiffServ (RFC2474, 12/1998)	52
Figura 1.23	Cabecera IPv6 antes de DiffServ (RFC 1883)	52
Figura 1.24	Cabecera IPv6 con DiffServ (RFC2474, 12/1998)	53
Figura 1.25	Formato del campo DS	53
Figura 1.26	Módulos funcionales en un nodo DS	55
Figura 1.27	Arquitectura ISA con RSVP	58

## CAPÍTULO 2

Figura 2.1	Campus Politécnico Rubén Orellana	68
Figura 2.2	Tendidos de Fibra Óptica en la EPN	70
Figura 2.3	Ubicación de los pozos de revisión del tendido de fibra óptica de la EPN	71
Figura 2.4	Closet de Telecomunicaciones en el Centro de Cómputo	77
Figura 2.5	Configuración Básica de un Servidor Proxy	80
Figura 2.6	Armario de telecomunicaciones en el tercer piso del edificio de Ingeniería Eléctrica – Química. .	83
Figura 2.7	Diagrama de conexión del banco de hubs existente en el cuarto de telecomunicaciones del edificio de Sistemas	89
Figura 2.8	Configuración de la red del Laboratorio del cuarto piso del edificio Propedéutico	94
Figura 2.9	Llegada de Fibra Óptica a la Casa Mata	106
Figura 2.10	Representación gráfica del tráfico real en las principales áreas de la EPN.	115
Figura 2.11	Aplicaciones utilizadas dentro de la Polired	117
Figura 2.12	Hosts por dependencia	119
Figura 2.13	Hosts con Acceso a la Polired por Dependencia	120
Figura 2.14	Hosts en cada dependencia clasificados por Sistema Operativo	121
Figura 2.15	Servidores por Dependencia	122
Figura 2.16	Servidores por Dependencia y por Tipo de Sistema Operativo	123
Figura 2.17	Servidores por dependencia y por tipo de Procesador	123
Figura 2.18	Hubs por dependencias	125
Figura 2.19	Conmutadores por dependencia	125
Figura 2.20	Comparación entre los puntos de cableado que requiere la red administrativa y la red académica.	134
Figura 2.21	Distribución de los puntos de cableado para la Red Administrativa en las principales dependencias de la EPN	135
Figura 2.22	Distribución de los puntos de cableado para la Red Académica en las principales dependencias de la EPN.	135
Figura 2.23	Distribución de flujo en el backbone del Campus	176



## CAPÍTULO 3

Figura 3.1	Diseño jerárquico de una red de Campus genérica	195
Figura 3.2	Modelo de Backbone colapsado	202
Figura 3.3	Backbone con Conmutación de capa 2.	203
Figura 3.4	Backbone con Conmutación de Capa 3.	203
Figura 3.5	Equipos CISCO de la familia 3550	206
Figura 3.6	Equipos Enterasys de la familia MATRIX E1	209
Figura 3.7	Solución 3COM para la red de Campus.	211
Figura 3.8	Enlace redundante en el backbone de la red de Campus.	213
Figura 3.9	Enlaces inalámbricos entre los edificios del Campus.	217
Figura 3.10	Enlaces existentes y enlaces nuevos a implementarse en la EPN	218
Figura 3.11	Cisco Aironet 1100	221
Figura 3.12	Enlaces inalámbricos planteados en la red de Campus	222
Figura 3.13	Equipos 3COM Superstack 4900 y Superstack 4924	225
Figura 3.14	CISCO Catalyst 2950 para la capa acceso	228
Figura 3.15	Equipos Enterasys para la capa acceso de la red de Campus.	230
Figura 3.16	Equipos 3COM Baseline para la capa acceso en la red de Campus.	231
Figura 3.17	Access Point de la serie CISCO Aironet 1200	234
Figura 3.18	Adaptador de usuario para LAN CISCO Aironet 802.11 a/b/g Wireless Card	235
Figura 3.19	3COM Wireless LAN Access Point 8750	236
Figura 3.20	3COM 11 a/b/g Wireless PC card	236
Figura 3.21	Diagrama de la red de Campus para la parte Norte	239
Figura 3.22	Diagrama de la red de Campus para la parte Sur	240
Figura 3.23	Redundancia para el grupo de servidores de la red de Campus	243
Figura 3.24	Propuesta de conexión para la red de Campus.	251
Figura 3.25	Equipos en las dependencias de la parte norte del Campus de la EPN.	252
Figura 3.26	Equipos en las dependencias de la parte sur del Campus de la EPN.	253

Figura 3.27	Conexión del firewall dentro de la red de Campus.	262
Figura 3.28	Firewall 3COM Superstack 3.	264
Figura 3.29	Diagrama de Gantt para la implementación de la Polired	273

# REINGENIERÍA DE LA RED DE CAMPUS DE LA ESCUELA POLITECNICA NACIONAL CONSIDERANDO CRITERIOS DE CALIDAD DE SERVICIO.

## RESUMEN

El presente proyecto consta de cuatro capítulos, en los que se detalla la parte teórica que ayudará a la comprensión del diseño, la situación actual de la red de Campus, el diseño del modelo de red a implementarse y las respectivas conclusiones y recomendaciones.

Se presenta de manera general una breve historia de la evolución de Internet, analizando dentro del modelo de referencia TCP/IP cada una de sus capas con los respectivos protocolos que soportan. Además se detallan definiciones de Calidad de Servicio, QoS, como la dada por la UIT en el año 1984 en el documento *E-800*, en el que se define a la QoS como "el efecto colectivo del rendimiento de un servicio que determina el grado de satisfacción del usuario de dicho servicio". De igual manera se detalla la clasificación de la misma considerando determinadas particularidades como la garantía, aplicación, etc. Profundizando sobre el tema, se analizan los diferentes procedimientos de Calidad de Servicio como la Administración de Colas; de igual manera se describen normas IEEE 802.1p y 802.1q; las mismas que, fueron desarrolladas para la obtención de Calidad de Servicio en Redes LAN. Se describen arquitecturas de Calidad de Servicio como: Arquitectura de Servicios Diferenciados (*DiffServ*), Arquitectura de Servicios Integrados (*IntServ*) y la Arquitectura MPLS (*Multi Protocol Label Switching*) que simplemente son arquitecturas que se implementan con la finalidad de proveer calidad de servicio a una red.

Para realizar un diseño de la Red de Campus óptimo tanto para la parte Académica como para la Administrativa, fue necesario realizar un levantamiento de la infraestructura que posee la Escuela Politécnica Nacional, ya que el objetivo de dicho levantamiento es el identificar los principales componentes tanto activos como pasivos que se encuentran ubicados en las dependencias de la EPN y que

forman parte de subredes de la Polired, con la finalidad de determinar porcentajes de reutilización, puntos de la Escuela que necesitan tener acceso a la red, así como realizar un censo para recopilar información referente a requerimientos de red y de los usuarios de la misma.

Luego de conocer el equipamiento con el que cuenta la Escuela Politécnica Nacional, otro factor importante es la recopilación de las estimaciones del tráfico que se tiene actualmente ya que dichos valores permiten dimensionar la capacidad de los enlaces necesarios para interconectar las diferentes dependencias dentro de la red de Campus y de igual manera la interconexión de la Polired con redes externas, los requerimientos dentro de la red de Campus fueron considerados con un número de 2071 hosts que abarcaría la red dentro de un plazo de 8 años. Se realiza el diseño de las capas que conformarán la red; backbone, distribución y acceso, bajo esto, se presenta el dimensionamiento de los equipos a utilizarse en la red, considerando factores importantes que van desde costos hasta la factibilidad de los mismos para proveer Calidad de Servicio dentro de la red de Campus. Existen tópicos importantes como son los factores de seguridad que deben ser considerados y ejecutados para alcanzar un nivel de confiabilidad de la red, previniendo ataques internos como externos.

Finalmente se realiza una estimación económica que representaría el implantar el presente diseño acompañada de un diagrama de Gantt el cual detalla el proceso de dicha implementación.

# CAPÍTULO 1

## CALIDAD DE SERVICIO EN REDES LAN

En el siguiente capítulo, se presenta de manera general una breve historia de la evolución de Internet, analizando dentro del modelo de referencia TCP/IP cada una de sus capas con los respectivos protocolos que soportan.

En el presente capítulo se detallan definiciones de Calidad de Servicio, QoS, como la dada por la UIT en el año 1984 en el documento *E-800*, en el que se define a la QoS como "el efecto colectivo del rendimiento de un servicio que determina el grado de satisfacción del usuario de dicho servicio". De igual manera se detalla la clasificación de la misma considerando determinadas particularidades como la garantía, aplicación, etc.

Profundizando sobre el tema, se analizan los diferentes procedimientos de Calidad de Servicio como la Administración de Colas., de igual manera se describen normas IEEE 802.1p y 802.1q; las mismas que, fueron desarrolladas para la obtención de Calidad de Servicio en Redes LAN.

Finalmente, se describen arquitecturas de Calidad de Servicio como: Arquitectura de Servicios Diferenciados (*DiffServ*), Arquitectura de Servicios Integrados (*IntServ*) y la Arquitectura MPLS (*Multi Protocol Label Switching*) que simplemente son arquitecturas que se implementan con la finalidad de proveer calidad de servicio a una red.

# CAPÍTULO 1

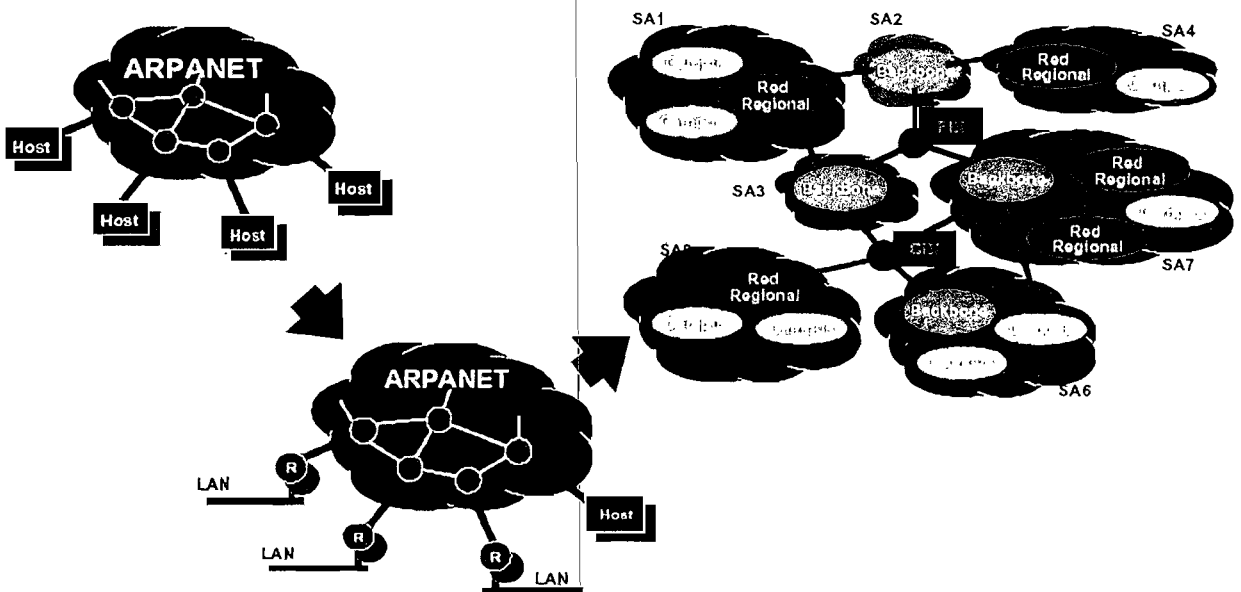
## 1 CALIDAD DE SERVICIO EN REDES LAN

### 1.1 MODELO DE REFERENCIA TCP/IP

#### 1.1.1 HISTORIA

En la década de los setenta, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos creó la red denominada **ARPANET**, la cual llegó a interconectar bases militares, centros de investigación, laboratorios gubernamentales y universidades mediante la utilización de líneas telefónicas rentadas.

En la Figura 1.1 se indica la evolución que ha tenido la red Internet.



**Figura 1.1** Evolución de la red INTERNET <sup>1</sup>

En la década de los 80 se adoptó a los protocolos TCP/IP como estándares para ARPANET. La finalidad de los protocolos fue permitir enrutar o reenrutar

<sup>1</sup> <http://qos.iespaña.es/qos/>, Capítulo 1 Evolución de la red Internet.

mensajes dentro de una red de manera segura. En la actualidad el conjunto de protocolos *TCP/IP* son considerados como de *facto*, soportado por la mayoría de fabricantes de dispositivos de networking.

### 1.1.2 MODELO TCP/IP <sup>2</sup>

El modelo de referencia *TCP/IP* plantea un modelo abierto y flexible de cuatro capas o niveles funcionales tal como se muestra en la Figura 1.2. Este modelo permite la interconexión de redes heterogéneas, así como también permite que la red sea capaz de mantenerse en funcionamiento aún si se produjera la pérdida de *hardware* de subred sin que las conexiones existentes se interrumpieran por fallas repentinas.



**Figura 1.2** Las cuatro capas del Modelo TCP/IP

El modelo *TCP/IP* se ha concebido desde sus inicios para interconectar sistemas pertenecientes a diferentes redes. El protocolo *IP* no es fiable, es decir, no garantiza que los paquetes entregados sean correctos y que conserven la secuencia con que han sido emitidos. Como consecuencia de lo anterior, los servicios de *IP* son no orientados a conexión. La conectividad extremo a extremo debe proporcionarse en los niveles superiores.

#### 1.1.2.1 Capa Host-Red

El modelo *TCP/IP* no explica mucho lo referente a esta capa, pero enfatiza en indicar que es la interfaz física con la red; no se especifica ningún tipo de protocolo en este nivel, lo que manifiesta la flexibilidad del nivel *Internet*. Esta capa define los procedimientos para conectar con el hardware de red y acceder

al medio de transmisión.

### 1.1.2.2 Capa Internet <sup>3</sup>

La capa Internet es el eje que mantiene unida toda la arquitectura, la función de esta capa es permitir que los nodos inyecten paquetes en cualquier red y los hagan viajar de forma independiente a su destino.

Los protocolos más importantes del nivel *Internet* son:

#### 1.1.2.2.1 El protocolo IP (*Protocolo Internet*),

Es un protocolo no orientado a conexión ya que para ser orientado a conexión debe realizar tres fases, establecimiento de la conexión, transferencia de la información y liberación de la conexión, el protocolo IP solamente transmite la información. Es un protocolo no confiable, lo que implica que no realiza control de flujo, no realiza recuperación de errores ni garantiza que los datos lleguen a su destino. Estas situaciones deben ser solucionadas por los niveles superiores.

Para identificar de manera única e inequívoca a un nodo o *host* de la red, el protocolo *IP* utiliza las denominadas **direcciones IP**, las cuales en general constan de dos partes, el campo de red y el campo de host como se muestra en la Figura 1.3.



**Figura 1.3** Estructura de una dirección IP

Las direcciones *IP* tienen una longitud de 32 bits para la versión *IPv4*, y una longitud de 128 bits para la versión *IPv6*.



#### 1.1.2.2.2 El protocolo ICMP (Protocolo de Mensajes de Control de Internet)

Sirve para proporcionar la información de error o control entre nodos. Su implementación es obligatoria como un subconjunto lógico del protocolo *IP*.

Los mensajes de este protocolo, normalmente los genera y los procesa el software *TCP/IP* de la red y no el usuario, por lo que no se requiere de ningún número de puerto en la cabecera de los mensajes *ICMP* para indicar hacia donde se dirigen. Los mensajes *ICMP* se envían encapsulados en datagramas *IP*, el cual considera como datos a los mensajes *ICMP*.

#### 1.1.2.2.3 El protocolo ARP (Protocolo de Resolución de Direcciones),

Es un protocolo que se utiliza para conocer la dirección física de un determinado *host* si se conoce su dirección *IP*. El protocolo *ARP* se utiliza en redes de difusión (*broadcast*)

Los protocolos *TCP/IP* direccionan los *host* mediante direcciones *IP*, pero para enviar un datagrama a su destino, es necesario encontrar la dirección de red física; para lo cual, en cada *host* conectado a determinada red existe un módulo *ARP* cuya misión es convertir las direcciones *IP* en direcciones físicas útiles para el envío del datagrama. Para realizar esta conversión se utiliza la **Tabla de Direcciones ARP**, la cual generalmente es tratada como una memoria intermedia (*caché*), de tal forma que la información que no se utiliza por mucho tiempo es borrada.

#### 1.1.2.2.4 El protocolo RARP (Protocolo Inverso de Resolución de Direcciones),

Es un mecanismo contrario al mecanismo *ARP*. En este protocolo, la dirección física de cada *host*, es un parámetro conocido mientras que la dirección *IP* es desconocida.

### 1.1.2.3 Capa Transporte

La capa transporte suministra a las aplicaciones servicios de comunicaciones de extremo a extremo mediante dos protocolos:

#### 1.1.2.3.1 El protocolo TCP (*Protocolo de Control de Transmisión*),

Es un protocolo confiable y orientado a conexión que utiliza los servicios de la capa *IP*. Ofrece una transmisión fiable, permite la recuperación de datos perdidos, duplicados o erróneos, garantiza la secuencia de entrega de los datos y realiza control de flujo. Consta de tres fases:

- Establecimiento de la conexión
- Transferencia de la información
- Liberación de la conexión

Permite multiplexación, es decir, la utilización simultánea de una conexión *TCP* por varios procesos de usuario o aplicaciones; esto se logra utilizando un método que identifique los datos asociados a cada proceso. En *TCP* se utilizan los denominados puertos, que son palabras de 16 bits que identifican hacia qué aplicación o proceso deben dirigirse los datos.

Para identificar de manera única cada aplicación, se utiliza un par de números los cuales conforman un **socket** o **zócalo**, estos números son:

- La dirección *IP* del *host* en el que la aplicación está corriendo.
- El puerto a través del cual la aplicación se comunica con *TCP/IP*, el cual identifica el proceso.

Los canales de comunicación establecidos mediante *TCP* son del tipo *full dúplex*, la unidad de datos que se maneja es el segmento, cuya longitud se mide en caracteres (octetos).

### 1.1.2.3.2 El protocolo UDP (Protocolo de Datagrama de Usuario),

Es un protocolo no confiable y no orientado a conexión, con lo que en cada datagrama transmitido se debe incluir la suficiente información de direccionamiento. No se confirman los datagramas entregados ni se garantiza su orden, debiendo ser las capas superiores las que se encarguen de su control.

Al igual que *TCP*, el protocolo *UDP* puede ser utilizado simultáneamente por varias aplicaciones, por lo que se manejan los conceptos de puertos y *sockets*. *UDP* no proporciona ningún mecanismo de control de flujo ni de recuperación de errores, *UDP* proporciona acceso a los servicios del nivel IP incorporando multiplexación/demultiplexación para el envío y recepción de datagramas *IP* a través de los puertos.

### 1.1.2.4 Capa Aplicación

La capa Aplicación contiene todos los protocolos de alto nivel, los cuales se encuentran disponibles para los usuarios. Dentro de esta capa se tienen algunos servicios de aplicación tales como:

- Llamadas a procedimientos remotos (RPC)
- Conexión Remota: TELNET
- Correo Electrónico: SMTP
- Acceso a ficheros remotos: FTP, TFTP, NFS
- Resolución de nombres de ordenadores: DNS, WINS
- Asignación de direccionamiento *IP*: DHCP, BOOTP
- World Wide Web: HTTP

### 1.1.3 EVOLUCIÓN DE IPV4 A IPV6

A principios de los años noventa, el *Internet* evoluciona debido a varios factores como son el crecimiento descontrolado del número de *host* y de las redes

conectadas al Internet, el gran aumento de usuarios comerciales, la necesidad de transmitir nuevos tipos de tráfico (multimedia), la aparición de redes de banda ancha, etc.; además de la aparición de nuevos problemas como la escasez de direcciones *IP* y la saturación de las tablas de encaminamiento en los enrutadores. Esto conlleva a la necesidad de buscar soluciones inmediatas para todos estos inconvenientes.

Clase	Red	Host	Nro. de Direcc.	Nro. de Hosts	Crecimiento
A	1 oct.	3 oct.	126	16.777.214	muy bajo
B	2 oct.	2 oct.	16.382	65.534	muy alto
C	3 oct.	1 oct.	2.097.150	254	alto

**Tabla 1.1** Sistema de asignación de direcciones basado en clases de *IPv4*

Con la utilización de direcciones de 32 bits, en la versión *IPv4* se logra tener más de 2 millones de direcciones disponibles, divididas en las clases A, B y C como se muestra en la Tabla 1.1, siendo un sistema de asignación basado en clases muy deficiente, debido a la falta de flexibilidad en la asignación de rangos de direcciones.

Como consecuencia del constante y descontrolado crecimiento de la red se tiene un agotamiento a corto plazo de direcciones clase B, así como un agotamiento total en las demás clases de direcciones *IP* a mediano plazo.

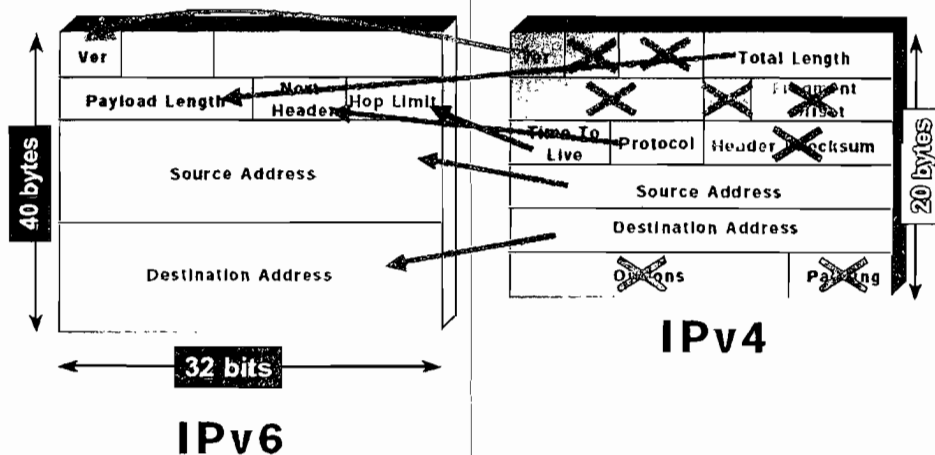
Otras motivaciones para la evolución de *IPv4* a una nueva versión de *IP*, denominada ***IPv6***, ***IPng*** o ***IP de nueva generación*** fue la conveniencia de un formato de *PDU* (*Protocol Data Unit*) optimizado para un proceso más eficiente en los enrutadores, así como la seguridad y la Calidad de Servicio. *IPv6* es una evolución de *IPv4* que muestra algunas mejoras en algunos puntos importantes como son:

- Direccionamiento: Direcciones de 128 bits asignadas jerárquicamente
- Encaminamiento: Jerárquico. Agregación de rutas
- Prestaciones: Cabecera simple alineada a 64 bits

Versatilidad:	Formato flexible de opciones. Extensibilidad mejorada
Multimedia:	Identificador de flujos
Multicast:	Obligatorio, control de ámbitos
Seguridad:	Soporte para autenticación / cifrado obligatorio ( <i>IPsec</i> )
Autoconfiguración:	Tres métodos PnP
Movilidad:	Mejora de la eficiencia y seguridad

### 1.1.3.1 Formato de cabeceras: *IPv4* vs. *IPv6*

En la Figura 1.4 se indica la evolución de la cabecera de la versión *IPv4* a *IPv6*, en donde se puede apreciar los campos que ya no se utilizan y por tanto son eliminados, así como también los campos que son utilizados aún con ciertas diferencias.



**Figura 1.4** Comparación entre las cabeceras de la versión *IPv4* vs. *IPv6*<sup>4</sup>

La cabecera de la versión *IPv6* es de mayor extensión que la de *IPv4*, así como también los distintos campos.

La cabecera *IPv6* tiene una longitud fija de 40 bytes, comparados con los 20 bytes de la parte obligatoria de la cabecera *IPv4*. Sin embargo, la cabecera *IPv6* tiene 8 campos, frente a los 13 campos de la cabecera de *IPv4*, con lo que el procesamiento realizado por los enrutadores es menor.

<sup>4</sup> García, Jesús, Raya, José, Alta Velocidad y Calidad de Servicio en Redes IP, Capítulo 16, Arquitectura TCP/IP.

En la versión *IPv6*, ciertas informaciones adicionales son insertadas entre la cabecera *IPv6* y la cabecera del nivel de transporte, como se puede observar en la Figura 1.4. Salvo excepciones, los campos suplementarios apenas son examinados o manipulados por los enrutadores por los que pasa el paquete a lo largo de su ruta hasta que éste llega al nodo identificado por el campo dirección destino de la cabecera *IPv6*. Las distintas cabeceras suplementarias que se pueden aumentar en un mismo paquete, deben aparecer en el siguiente orden:

1. *Campo IPv6*
2. *Campo nodo por nodo*: Es el único campo que lleva información que deberá ser examinada por los distintos nodos del camino seguido por el paquete.
3. *Campo de encaminamiento*: Es utilizado por el emisor *IP* para establecer una lista de nodos intermedios que deberá seguir el paquete para llegar a su destino.
4. *Campo de fragmentación*: Es utilizada por el emisor *IP* para mandar paquetes de un tamaño superior a los que se puede enviar a los destinatarios.
5. *Campo de autenticación*: Es utilizada para autenticar y asegurar la integridad de los paquetes.
6. *Campo de confidencialidad*: Se utiliza para evitar el acceso no autorizado al paquete, encriptando los datos y colocándolos en la parte correspondiente del campo de confidencialidad.
7. *Campo de extremo a extremo*: Da una información opcional que debe ser controlada por los nodos destinatarios del paquete.

La red de Campus de la Escuela Politécnica Nacional es una red Ethernet a nivel de la capa Host-Red, con diferentes medios de transmisión según la distancia de las dependencias que se van a enlazar. Actualmente la capa Internet maneja datagramas *IPv4* responsables del movimiento de los paquetes procedentes de la capa superior de un host a otra a través de la red.

A nivel de capa Host-Red, la tecnología Ethernet no ofrece ningún mecanismo para asegurar que los datos lleguen a su destino sin inconvenientes, mientras que a nivel de capas superiores, el protocolo *IP* ofrece un servicio *best effort* que, con la aparición de nuevas aplicaciones multimedia y con la tendencia creciente de servicios en tiempo real que no pueden funcionar correctamente en una red congestionada con “*best effort*”, resulta prácticamente obsoleto. Como solución a este problema, se han hecho modificaciones a *IP* para que pueda funcionar como una red con calidad de servicio (QoS).

## 1.2 CALIDAD DE SERVICIO, QoS

### 1.2.1 HISTORIA

Es importante resaltar ciertos acontecimientos ocurridos a partir de los años 80, ya que es ahí donde empieza una evolución en lo que respecta a tecnologías para redes de computadoras.

Así para los 80 aparecen inventos tales como: el *Alto Aloha Network* de *Bod Metcalfe* y *Boggs*, luego convertida en *Ethernet* y aplicada en la primera LAN por 3Com, la informática personal inicialmente apuntada por *Apple* y luego evolucionada por IBM. Otra empresa que aparece es *Novell* con un producto novedoso *Share net*, casi simultáneamente apareció *CSMA/CD* (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) en las redes *Ethernet*.

Sin embargo, se tuvo que esperar hasta 1985 para que aparezcan los primeros ruteadores, con los cuales empieza la etapa de interconexión de redes, lo que permitió que se diluyeran fronteras de entornos locales para convertirlos en globales.

Para 1988 se observa una consolidación y formalización como mercado de *networking*, además la aparición de *Open View*, plataforma de administración y gestión de redes de *Hewlett Packard*; y, del *Lan Manager*, el sistema operativo de

*Microsoft*, hoy se perciben como relevantes acontecimientos que contribuyeron a la expansión de las redes.

Para la década de los 90 se empieza a hablar de correo electrónico al tiempo que se obtenía una mayor evolución de la tecnología *Token Ring*, no obstante se esperó hasta 1992 para observar un nuevo hito como fue la presencia de *ATM* en un conmutador para redes privadas desarrollado por *Network Equipment*. La *National Semiconductor* introdujo la tecnología *Isonet* que, por primera vez, permite la transmisión integrada de servicios multimedia, al tiempo que permitía soportar protocolos *Ethernet* y *RDSI*. De igual manera aparece la tecnología *FDDI*. Simultáneamente llega la primera tecnología de alta velocidad, *100VG AnyLAN*, respaldada por *Hewlett Packard* e *IVEM*, cuyo indicador más sobresaliente fue su capacidad de alcanzar velocidades de 100 Mbps. A la par y casi como una respuesta apareció *Fast Ethernet*, basada en la norma 100Base T, que presta opciones similares a la de *AnyLAN*.

Sin embargo, no es sino hasta finales de los 90 cuando se desencadena el uso y aprovechamiento de la red, lo que trajo consigo un nuevo concepto, Calidad de Servicio (QoS), concepto que se ve fortalecido por la incorporación de funciones de voz en redes de datos.

Dentro de esta década, los años 1997 y 1998 se destacan principalmente por dos características: el carácter crítico de la gestión de redes y el refuerzo de la oferta de entornos y tecnologías de alta velocidad, todo esto basados en la conmutación de nivel 3, llegando al punto de superar la frontera del Megabit para entrar a los Terabits por segundo, todo esto sin olvidar la presencia de *xDSL (Digital Subscribers Line)*, *WDM (Wave Data Multiplexing)* y el canal de fibra óptica.

Durante estos últimos años ha evolucionado el direccionamiento IP, de *IPv4*, 32 bits en el campo de dirección, llegando a *IPv6*, 128 bits en el campo de dirección, con lo que se tiene mejor y mayor funcionalidad, calidad de servicio, prioridades, entre otras. Además ha ido ganando peso funciones de seguridad, entre las cuales se encuentran encriptación, autenticación de usuarios y *firewalls*.



Analizar todas estas características tiene como objetivo confirmar que dentro de poco tiempo, la voz consumirá una pequeña parte del ancho de banda y todas las problemáticas tanto para operadores y responsables de sistemas estarán en gestionar adecuadamente un flujo de datos cada vez más denso y relevante.

### 1.2.2 DEFINICIONES DE QoS

En la búsqueda de una correcta definición de calidad de servicio, QoS, se acudirá primero al Diccionario de la Lengua de la Real Academia Española. Según éste,<sup>5</sup> Calidad es la "Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla en relación con las restantes de su especie". Así mismo, Servicio es "La acción y el efecto de servir". De estas definiciones se puede interpretar que las dos llevan inherente la propiedad de comparación; por tanto, para poder determinar si un servicio ofrece mayor o menor calidad será necesario establecer una comparación con el resto de servicios de ese nivel. Al tratarse lo anterior de una descripción demasiado genérica, son múltiples las definiciones concretas que actualmente se tienen sobre Calidad de Servicio. En el año 1984 en el documento *E-800* de la *UIT* se tiene la siguiente definición, QoS es "el efecto colectivo del rendimiento de un servicio que determina el grado de satisfacción del usuario de dicho servicio". Esta es una definición comúnmente aceptada, la misma que no deja ninguna duda de que se trata de una percepción del usuario, ya que es éste quien establece los requerimientos mínimos para cualificar el grado de satisfacción del servicio. En otra definición, QoS es la capacidad que tiene un elemento de red para asegurar que su tráfico y los requisitos del servicio previamente establecidos puedan ser satisfechos. Por tal razón, habilitarla requiere la cooperación de todas las capas que tiene dicha red, así como también cada elemento de la misma. Analizando desde este punto de vista, la Calidad de Servicio se la puede definir como el conjunto de tecnologías que tienen los administradores de red para controlar los efectos de congestión de tráfico, manejando óptimamente los diferentes recursos de red, lo que evitará el incrementando continuamente capacidad. En resumen, la Calidad de Servicio, QoS no crea ancho de banda.

---

<sup>5</sup> Diccionario de la Real Academia de la Lengua

Básicamente, la Calidad de Servicio tiene cuatro variantes íntimamente relacionadas:

1. QoS que el usuario desea,
2. QoS que un proveedor ofrece,
3. QoS que un proveedor consigue realmente; y,
4. QoS que finalmente percibe el usuario.

En cualquiera de ellas existen parámetros que se encuentran muy condicionados por las características técnicas que cada red soporta, por tal motivo, se publicó en 1994 el documento *ETSI ETR-003* cuyo título es "*General Aspects of Quality of Service (QoS) and Network Performance (NP)*", en dicho documento se definieron los parámetros técnicos de una red, a partir de los requerimientos de los usuarios. Siguiendo dicha metodología se puede evitar tener condicionamientos en cuanto a la obtención de QoS.

### **1.2.3 ACRÓNIMOS TERMINADOS EN "oS" QoS, CoS, y ToS**

Existen varios acrónimos terminados en "oS" ("*of service*"), los mismos que hacen referencia a la obtención de Calidad de Servicio en redes, por lo que en ocasiones conducen a situaciones equivocadas por el mal uso de los mismos. Si bien, únicamente QoS hace referencia completamente a Calidad de Servicio, englobando toda técnica que se refiere a ella, CoS (clase de servicio) y ToS (tipo de servicio), son dos de las técnicas que se utilizan para su obtención.

A continuación se realiza una diferenciación entre estos tres términos.

#### **1.2.3.1 Calidad de Servicio (QoS)**

Calidad de Servicio, QoS resume parámetros o atributos que describen un servicio, tales como:

- Reserva de ancho de banda.
- Retardo extremo a extremo.
- Jitter.
- Tasa de error.

### 1.2.3.2 Clase de Servicio (CoS)

Este término implica dos procedimientos:

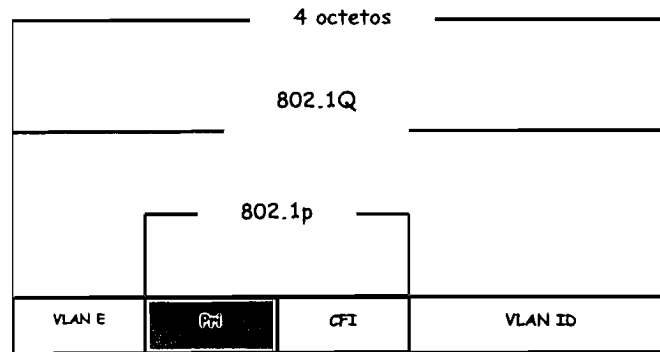
- La priorización de los distintos tipos de tráfico claramente definidos a través de la red; y,
- La definición de un pequeño número de clases de servicio para ser aplicado.

Priorizar es importante, principalmente en los puntos de congestión de la red, donde las decisiones de priorización pueden ser realizadas tanto por puentes como por ruteadores. En la Tabla 1.2 se indican semejanzas y diferencias entre QoS y CoS:

QoS	CoS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantiza un ancho de banda o latencia</li> <li>• Categoriza el tráfico para asegurar que el que fue considerado como crítico siempre fluya por la red</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No garantiza un ancho de banda o latencia</li> <li>• Categoriza el tráfico para asegurar que el que fue considerado como crítico siempre fluya por la red</li> <li>• Permite a los administradores de red solicitar prioridad para un tráfico, basándose en la importancia del mismo</li> </ul>

**Tabla 1.2** Semejanzas y Diferencias entre QoS y CoS

Dentro de las posibles definiciones de Clases de Servicio, la mayoría de empresas definen las clases de tráfico por tipo de aplicación, tipo de dispositivo o por tipo de usuario. Un ejemplo de tecnología que usa CoS es el estándar *IEEE 802.1p*, representado en la Figura 1.5 y que será estudiado más adelante con mayor detalle.



**Figura 1.5** Campos de los estándares 802.1p/Q

Como se observa, la norma *IEEE 802.1p* incluye un campo en donde se puede especificar la clase de servicio.

### 1.2.3.3 Tipo de Servicio (ToS).

El tipo de servicio es equivalente a una ruta de uso compartido, se reserva el ancho de banda con antelación y después se asigna el tráfico que necesite preferencia, como un CoS con prioridad, de tal forma que este tráfico pueda utilizar el ancho de banda que fue reservado. Por lo tanto, *ToS* no implica ningún tipo de garantías.

*ToS* se lo puede encontrar en el campo DS de la tecnología de QoS denominada *Diffserv* (servicios diferenciados), éste es un campo de 8 bits, en el cual los dos últimos bits se encuentran reservados; con los seis bits restantes es posible obtener 64 combinaciones o "*codepoint*" de las cuales 48 son utilizadas para direccionar el espacio global y 16 son para uso local.

### 1.2.4 CLASIFICACIÓN DE QoS

A la Calidad de Servicio se la puede clasificar según el tipo de tráfico, dónde aplicarla, la reserva de recursos de la red, etc.

### **1.2.4.1 Según la sensibilidad del tráfico**

Si se toma en cuenta la gran variedad de tráfico que existe junto con los requerimientos de retardo, latencia y ancho de banda para cada tipo de tráfico, se tiene:

#### *1.2.4.1.1 QoS muy sensible al retardo*

Un ejemplo de este tipo de tráfico es el video comprimido, para esta clase de tráfico es necesario garantizar la disponibilidad de determinada y gran cantidad de ancho de banda así como también un valor de retardo mínimo que asegure su correcta transmisión.

Para conseguir esto es necesario utilizar mecanismos de prioridad y de adecuado encolamiento de flujos de datos.

#### *1.2.4.1.2 QoS algo sensible al retardo*

Para estos tipos de tráfico, se garantiza hasta un cierto nivel de ancho de banda, menor que el anterior, para conseguirlo de igual manera se necesita asignar prioridades para la transmisión de datos.

#### *1.2.4.1.3 QoS muy sensible a pérdidas*

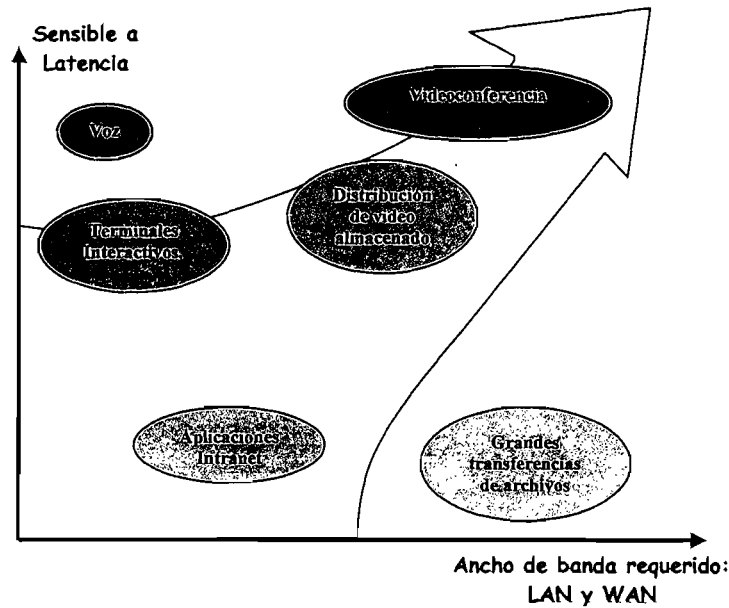
Abarca el tráfico tradicional. Si se garantiza un nivel de pérdidas de valor cero, entonces nunca se descartarán paquetes y a su vez los buffers de almacenamiento no se desbordarían; con esto se facilitaría el control de transmisión, cabe resaltar que esta garantía se la hace a nivel de acceso al medio (MAC) o en capas superiores, pero nunca en nivel físico.

#### *1.2.4.1.4 QoS nada sensible*

Como ejemplo se tiene al tráfico de servicios de noticias. La filosofía de este tipo de QoS es usar cualquier oportunidad de transmisión asumiendo que la capacidad de buffers es suficiente para llevar a cabo dicha

transmisión con la prioridad de tráfico más baja. El algoritmo que corresponde a este tipo de QoS es el *Best Effort*.

En la Figura 1.6 se puede identificar los tipos de tráfico, sus exigencias de ancho de banda y de sensibilidad a la latencia.



**Figura 1.6** Relación Tráfico, Ancho de Banda y Latencia <sup>6</sup>

#### 1.2.4.2 Según las garantías

Para realizar esta clasificación es necesario tener en cuenta la reserva de recursos que el sistema necesita para proporcionar los servicios, así se tiene:

##### 1.2.4.2.1 QoS Garantizada / Hard QoS

La calidad de servicio garantizada es aquella en la que se produce una reserva absoluta de los recursos de la red para un tráfico determinado.

##### 1.2.4.2.2 QoS No Garantizada / Lack of QoS

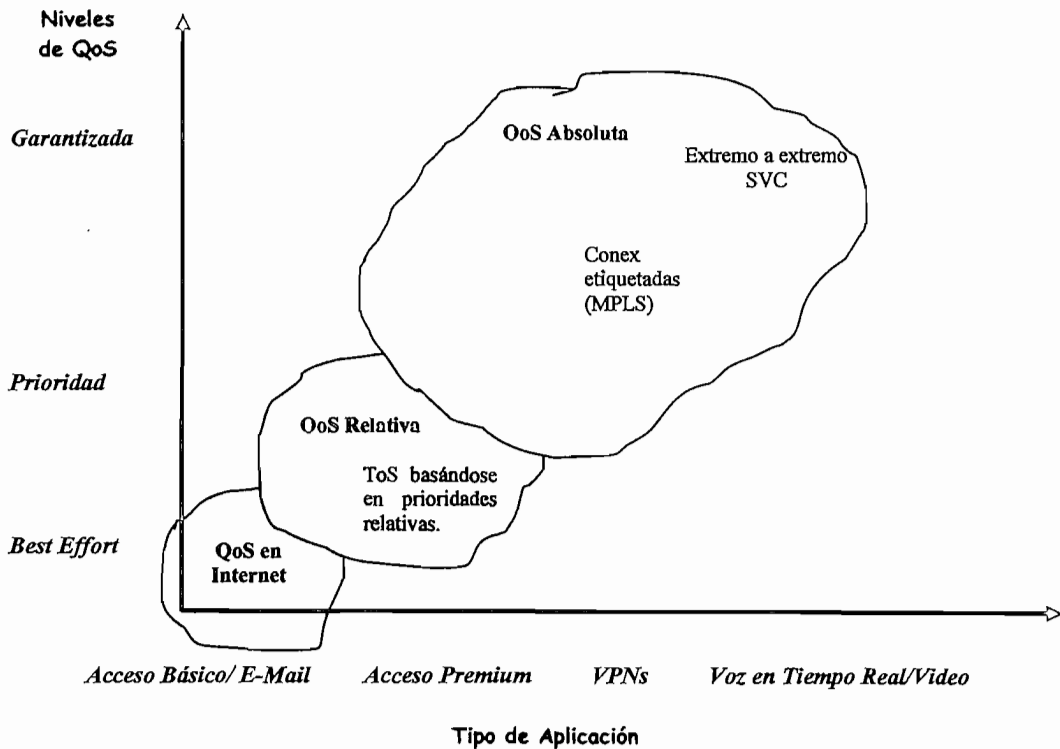
Esta es una calidad de servicio sin garantías, el tráfico correspondiente a este tipo de QoS es el que se tiene en los servicios *Best Effort*.

<sup>6</sup> <http://qos.iespaña.es/qos/>, Capítulo 2 Definiciones, QoS y Aplicaciones.

### 1.2.4.2.3 QoS Servicios Diferenciados / Soft QoS

Es el punto medio entre los dos tipos de Calidad de Servicio anterior, en este tipo, se realiza una diferenciación de tráfico. Es decir, dar mayor prioridad a un tráfico que a otros.

En la Figura 1.7, se presenta el espectro en la actualidad de la Calidad de Servicio, donde se puede observar la relación entre los niveles de QoS y el tipo de aplicación.



**Figura 1.7** Espectro de la Calidad de Servicio según las garantías <sup>7</sup>

### 1.2.4.3 Según el lugar de aplicación.

Es necesario recalcar que la Calidad de Servicio es posible aplicar tanto en los bordes como en los extremos de la red, por tal motivo, se tiene:

<sup>7</sup> <http://qos.iespaña.es/qos/>, Capítulo 2 Definiciones, El espectro de la Calidad de Servicio.

#### 1.2.4.3.1 QoS Extremo a Extremo (*end-to-end*)

Esta clase de QoS es la aplicación de las políticas de Calidad de Servicio entre los extremos de una red. Comúnmente se la conoce como QoS absoluta. Una de las ventajas de utilizar esta QoS es que las aplicaciones podrían seleccionar dinámicamente el nivel de QoS, almacenándose temporalmente en los directorios de red una información estática de clase de servicio.

#### 1.2.4.3.2 QoS Borde a Borde (*edge-to-edge*).

Esta clase de QoS es la aplicación de las políticas de servicio entre dos puntos cualesquiera de la red, lo que trae consigo varias ventajas, una de ellas es que no requiere que los administradores de red toquen ninguno de los extremos, lo cual es ventajoso en una empresa donde la infraestructura de red está separada del grupo de los servidores y del resto de los puestos de trabajo. Otra ventaja es que el número de dispositivos que deben ser manejados para la obtención de QoS es menor. Este tipo de QoS se lo conoce como QoS relativo.

### 1.2.5 PARÁMETROS DE QoS.

Una red es diseñada para el transporte óptimo del tráfico de datos, por lo que la calidad de servicio (QoS) requerida en la misma se basa únicamente en la integridad de los datos, esto es, que no exista pérdida de contenido ni pérdida de secuencialidad de los mismos. En este sentido *IP* no fue concebido para mover tráfico con requerimientos de tiempo real por la red de forma óptima y segura. Por otro lado, el tráfico de audio/video y el tráfico crítico que fluye por la red, no solo requiere ser transferido por las redes *IP* de forma íntegra, sino que además requiere ser transferido en el tiempo adecuado, en correspondencia con la cadencia que es generado. En consecuencia, la Calidad de Servicio en relación con el tráfico que tiene requerimientos de tiempo real necesita considerar parámetros de calidad.



#### 1.2.4.3.1 QoS Extremo a Extremo (*end-to-end*).

Esta clase de QoS es la aplicación de las políticas de Calidad de Servicio entre los extremos de una red. Comúnmente se la conoce como QoS absoluta. Una de las ventajas de utilizar esta QoS es que las aplicaciones podrían seleccionar dinámicamente el nivel de QoS, almacenándose temporalmente en los directorios de red una información estática de clase de servicio.

#### 1.2.4.3.2 QoS Borde a Borde (*edge-to-edge*).

Esta clase de QoS es la aplicación de las políticas de servicio entre dos puntos cualesquiera de la red, lo que trae consigo varias ventajas, una de ellas es que no requiere que los administradores de red toquen ninguno de los extremos, lo cual es ventajoso en una empresa donde la infraestructura de red está separada del grupo de los servidores y del resto de los puestos de trabajo. Otra ventaja es que es menor el número de dispositivos que deben ser manejados para la obtención de QoS. Este tipo de QoS se lo conoce como QoS relativo.

### 1.2.5 PARÁMETROS DE QoS.

Una red es diseñada para el transporte óptimo del tráfico de datos, por lo que la calidad de servicio (QoS) requerida en la misma se basa únicamente en la integridad de los datos, esto es, que no exista pérdida de contenido ni pérdida de secuencialidad de los mismos. En este sentido *IP* no fue concebido para mover por la red, de forma óptima y segura, tráfico sin requerimientos de tiempo real. Por otro lado, el tráfico de audio/video y el tráfico crítico que fluye por la red, no solo requiere ser transferido por las redes *IP* de forma íntegra, sino que además requiere ser transferido en el tiempo adecuado, en correspondencia con la cadencia que es generado. En consecuencia, la Calidad de Servicio en relación con el tráfico que tiene requerimientos de tiempo real necesita considerar parámetros de calidad

Son muchos los parámetros manejados en el estudio de Calidad de Servicio, que al mismo tiempo no son solamente aplicables en esta área, sino a otros ámbitos de las telecomunicaciones y de la informática, por lo que a continuación se explicará los parámetros más importantes que deben ser considerados para obtener niveles aceptados de QoS dentro de un sistema:

- *Tráfico de red,*
- *Retardo,*
- *Latencia,*
- *Jitter,*
- *Ancho de Banda,*
- *Fiabilidad,*
- *Disponibilidad,*
- *Priorización,*
- *Encolado,*
- *Planificación,*
- *Flujo.*

#### **1.2.5.1 Tráfico de red**

De forma simple y concisa, se puede decir que el tráfico de una red son los datos que la atraviesan; dicho tráfico es dependiente del tipo de aplicación que por ella circula, de tal forma que se podría establecer una diferenciación del tráfico:

##### *1.2.5.1.1 Según el tipo de aplicación*

Se tiene tráfico habitual, unicast, *multicast*, *broadcast*, etc.

##### *1.2.5.1.2 Según la sensibilidad al retardo:*

En este caso se tiene:

###### *1.2.5.1.2.1 Tráfico algo sensible al retardo.*

Este tipo de aplicaciones requieren retardos de un segundo o, incluso, menos. Ejemplos de este tipo de aplicaciones son los procesos de transacción *on-line*, la entrada de datos remota.

###### *1.2.5.1.2.2 Tráfico muy sensible al retardo.*

Requieren un retraso de tránsito muy pequeño, generalmente de menos de

una décima de segundo en un sentido, incluyendo el procesamiento en las estaciones finales, y un nivel de variación (*jitter*) mínimo. Dentro de este tipo de tráfico se incluyen las videoconferencias y multimedia en tiempo real, VoIP (Voz sobre IP, es la transmisión de conversaciones vocales sobre una red de información, la cual utiliza para tal objetivo el protocolo IP), etc.

#### *1.2.5.1.2.3 Tráfico muy sensible a pérdidas.*

Este tipo de aplicaciones requieren de un nivel bajo de pérdida de paquetes en la red. Forman parte de este grupo los datos tradicionales como son correo electrónico, transferencia de ficheros, acceso *web*, etc.

#### *1.2.5.1.2.4 Tráfico nada sensible.*

Este tipo de aplicaciones no requieren de ninguna garantía, debido a su naturaleza. Ejemplos son los servicios de noticias.

Para cada uno de estos tipos de tráfico se podría establecer un tipo de Calidad de Servicio, según la clasificación realizada anteriormente.

### **1.2.5.2 Retardo**

El retardo indica el retraso en la llegada de los flujos de datos a su destino.

### **1.2.5.3 Latencia**

Es el tiempo entre el envío de un mensaje por parte de un nodo y la recepción del mensaje por otro nodo.

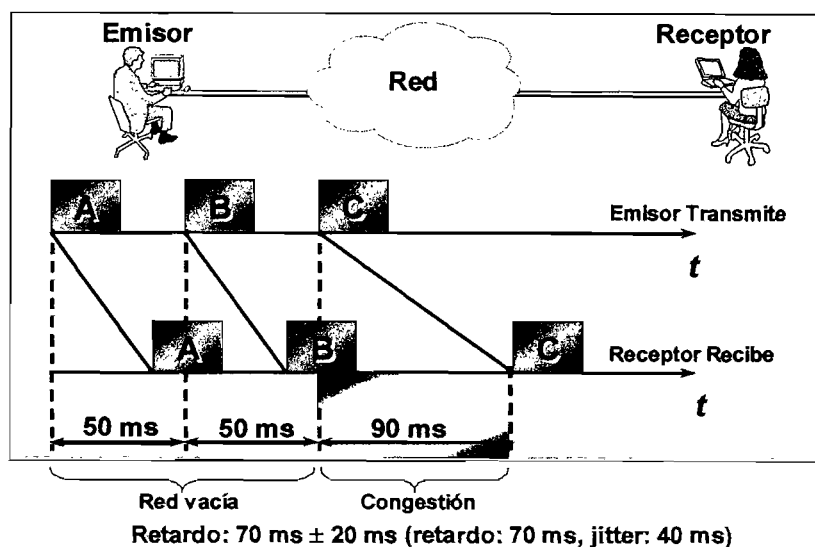
### **1.2.5.4 Jitter**

Una de las alteraciones de la señal es el Jitter ó fluctuaciones de fase. Una de las causas de Jitter es la distorsión de los tiempos de llegada de los paquetes recibidos, comparados con los tiempos de los paquetes transmitidos originalmente. El aumento de esta fluctuación provoca que en

el destino se entregue una señal distorsionada, afectando enormemente el mantenimiento de sesiones interactivas, tales como telefonía sobre *IP* o teleconferencia.

La principal causa del *jitter* es la congestión, por lo que se puede reducirlo añadiendo un retardo adicional en el lado del receptor. Por ejemplo si se tiene un *round trip delay* (retardo de ida y vuelta, medio de los paquetes) de 70 ms, y un *jitter* de  $\pm 20$  ms (fluctuación que se puede producir en el retardo de ida y vuelta medio), se puede asegurar un *jitter* de 0 si se añade un retardo de 40 ms ( $90 \pm 0$  ms); para conseguir dicho retardo adicional el receptor debe tener un buffer suficientemente grande.

Sin embargo, en algunas aplicaciones no es posible añadir demasiado retardo con la ayuda de un buffer suficientemente grande, especialmente en aplicaciones en tiempo real (videoconferencia, telefonía sobre *IP*), pues esto reduce la interactividad. La Figura 1.8 muestra gráficamente cómo se produce el *jitter* en la transmisión de paquetes.



**Figura 1.8** Fluctuación del retardo – “Jitter”<sup>8</sup>

### **1.2.5.5 Ancho de Banda**

Es un componente que permite calcular la máxima capacidad de transferencia de datos entre dos extremos de la red. El límite lo impone la infraestructura física de los enlaces, expresada generalmente en Hertzios (Hz) o en Megahertzios (MHz).

### **1.2.5.6 Fiabilidad**

Se concibe como una propiedad del sistema de transmisión en su conjunto. Para una red de información se lo puede considerar como la tasa media de error de la red. La falta de fiabilidad determina una red de baja calidad, que puede llegar incluso a no estar disponible en determinados momentos.

### **1.2.5.7 Disponibilidad**

En términos generales la disponibilidad indica la utilización de los diferentes recursos del sistema; suele especificarse en tanto por ciento.

### **1.2.5.8 Priorización**

Consiste en dar un trato especial a los datos que pertenecen a las aplicaciones de mayor importancia, comparados con los datos de aplicaciones de menor importancia; es decir, que los datos provenientes de aplicaciones de mayor importancia serán atendidos con anterioridad que los datos provenientes de las aplicaciones de menor importancia, estando o no ante una situación de congestión.

### **1.2.5.9 Encolado**

Se realiza en un dispositivo de la red y consiste en dividir y organizar el tráfico para su posterior retransmisión según determinado algoritmo que defina qué cola y qué paquetes serán enviados antes que otros. Las colas se suelen situar en los *routers* o *switches* inteligentes, siendo áreas de memoria dentro de los mismos.

### 1.2.5.10 Planificación

Se refiere al proceso de decidir qué paquetes se deben enviar primero en un sistema de múltiples colas. También se conoce a este proceso como Administración de colas.

### 1.2.5.11 Flujo

Se define un flujo como una secuencia de datagramas que se produce como resultado de una acción del usuario y que requieren la misma Calidad de Servicio. Flujo es la entidad más pequeña a la que un dispositivo de red le puede aplicar una determinada Calidad de Servicio y es unidireccional (*simplex*). En *IPv4*, se identifica a un flujo mediante su dirección *IP* origen y destino, el número de puerto de origen y destino y por el protocolo de transporte utilizado (*TCP* o *UDP*). En la versión *IPv6* la identificación puede hacerse como en *IPv4* o alternativamente usando el campo *etiqueta de flujo* en lugar de los números de puertos.

Los flujos pueden agruparse en clases; todos los flujos de una misma clase reciben la misma calidad de servicio.

Se debe tener claro que todos estos factores no existen en forma aislada, sino que están íntimamente ligados entre sí. Dados estos parámetros de Calidad de Servicio impuestos por el tráfico con características de tiempo real, como es audio y vídeo, y por tráfico considerado crítico dentro de una red, se necesitan mecanismos de señalización que propicien tener bajo control dichos parámetros de calidad, y dar garantía de Calidad de Servicio.

Analizando las diferentes clasificaciones de calidad de servicio, se puede llegar a la conclusión de que existen dos estrategias definidas para brindar Calidad de Servicio a un usuario, flujo de datos o aplicación en una red:

1. La reserva; y,
2. La prioridad.

Cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas; sin embargo, ninguna asegura ni garantiza un nivel de calidad de servicio del cien por ciento.

La Tabla 1.3 muestra la comparación entre estas dos estrategias:

	Ventajas	Inconvenientes
<b>Reserva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Da una garantía casi total.</li> <li>▪ Los paquetes no necesitan llevar ninguna marca que indique como han de ser tratados, la información la tienen los elementos activos de la red.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Requiere mantener información de estado en todos los elementos activos de la red por los que pasa la comunicación.</li> <li>▪ Se requiere un protocolo de señalización para efectuar la reserva en todo el trayecto.</li> </ul>
<b>Prioridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los elementos activos de la red no necesitan conservar información de estado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los paquetes han de ir marcados con la prioridad que les corresponda.</li> <li>▪ La garantía se basa en factores estadísticos, es menos segura que la reserva de recursos (puede haber <i>overbooking</i>, sobrerreserva).</li> </ul>

**Tabla 1.3** Comparación entre reserva y prioridad

### 1.2.6 PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD DE SERVICIO <sup>9</sup>

Existen diversos procedimientos para proporcionar diferente Calidad de Servicio, como pueden ser los tratamiento de colas con preferencias, protocolos de reserva de ancho de banda, mecanismos contra la congestión, etc., los cuales pueden actuar sobre las diferentes capas (capa enlace, red, transporte, aplicación). La utilización de cada uno de ellos depende de los problemas específicos que se quieran resolver.

A continuación se analizarán los mecanismos de administración de colas:

#### 1.2.6.1 Administración de colas

Una administración efectiva de colas es fundamental para muchos esquemas de calidad de servicio propuestos para el protocolo IP. Un administrador de colas (sea software, hardware o *firmware*, dependiendo del esquema aplicado), generalmente consiste en un grupo de 3 a 8 colas, un planificador de paquetes y políticas de descarte de paquetes.

<sup>9</sup> Cisco System, Cisco 10512.0 Quality of Service, Indianápolis: Cisco Press, 1999.  
<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito.doc/qos.htm#1020811>

Cada Clase de Servicio normalmente tiene a su disposición una cola y cada una de éstas envía sus paquetes a un mismo enlace de transmisión. La tarea del administrador de colas es separar paquetes sensibles al retardo y transmitirlos inmediatamente (por ejemplo voz sobre IP), a los paquetes con baja sensibilidad al retardo (bases de datos) darles un adecuado trato para no descartarlos indebidamente y todos los demás paquetes transmitirlos de acuerdo con su prioridad de clase de servicio. Ejemplo de paquetes con baja sensibilidad al retardo son los generados por aplicaciones como navegación *WEB* y correo electrónico las cuales son aplicaciones no sensibles al retardo; sin embargo la búsqueda *WEB* es una aplicación interactiva y debería tener una prioridad mayor que la del tráfico generado por aplicaciones de e-mail.

Cuando llegan nuevos paquetes a una cola, a una velocidad mucho menor que la velocidad con que la cola saca sus paquetes al enlace, ésta permanece vacía; mientras que, cuando los paquetes arriban a una velocidad superior a la velocidad de envío de la cola, esta se llenará. Si esto ocurre los paquetes son descartados debido a que la capacidad limitada de las colas. El tiempo que una cola tarda en transmitir un paquete es proporcional a su longitud; es decir, a mayor longitud, mayor tiempo.

Se regula el retardo de encolamiento a través de disciplinas de organización, como por ejemplo el algoritmo de encolamiento *FIFO* (*first in, first out*). Una red con exceso de usuarios admitirá mucho más paquetes de alta prioridad de los que sus dispositivos puedan manejar, por lo que es importante recalcar que los administradores de colas no ven "alta prioridad" como "nunca descartar", sino que depende de otros factores como la congestión de la red. Un paquete de voz sobre *IP* retardado ya no es un dato válido y un administrador de colas inteligente lo elegirá para ser descartado.

Los mecanismos de calidad de servicio basados en redes *IP* generalmente se basan en la operación de colas en los dispositivos centrales y dispositivos frontera de la red. Tales dispositivos tienen colas separadas para cada clase de servicio además de la habilidad de organizar o descartar paquetes para cumplir con



determinadas expectativas. Los dispositivos de frontera (generalmente *switches* y *routers*) son los que se encuentran en el límite de la red, sea al ingreso o a la salida de la misma, tal es el caso de un *router* en una red LAN para acceder a Internet a través de la conexión con un ISP. Estos dispositivos deben administrar tráfico, realizar clasificación de paquetes y el control de admisión a la red. En contraste, los dispositivos centrales son generalmente *switches* o *routers* de procesamiento sumamente rápido que encolan, organizan y descartan paquetes de acuerdo con una clasificación de los mismos provista en los dispositivos frontera de la red y en respuesta a condiciones locales como la congestión en las colas.

Una forma de manejar la congestión en las colas es mediante la utilización de un algoritmo de encolamiento para ordenar el tráfico y luego priorizarlo. Se pueden utilizar los siguientes mecanismos de encolamiento:

- Algoritmo FIFO (Primero en entrar, primero en salir)
- Algoritmo de priorización de tráfico (*Priority Queuing*, PQ)
- Algoritmo de ancho de banda garantizado (*Custom Queuing*, CQ)
- Algoritmo de encolamiento justo ponderado (*Weighted Fair Queuing*, WFQ)
- Algoritmo de colas basadas en clases (*Class Based Queuing*, CBQ)
- Algoritmo de descarte aleatorio anticipado (*Random Early Detect*, RED)

#### 1.2.6.1.1 *Primero en entrar, primero en salir, FIFO*

De manera muy simple, el encolamiento FIFO involucra almacenar los paquetes entrantes cuando la red se encuentra congestionada y enviarlos en el mismo orden de llegada cuando la red se encuentra con bajos niveles de congestión. Este algoritmo no requiere de ningún tipo de configuración, razón por la cual es el algoritmo por defecto utilizado en la mayoría de dispositivos de red. Los principales inconvenientes de este algoritmo son:

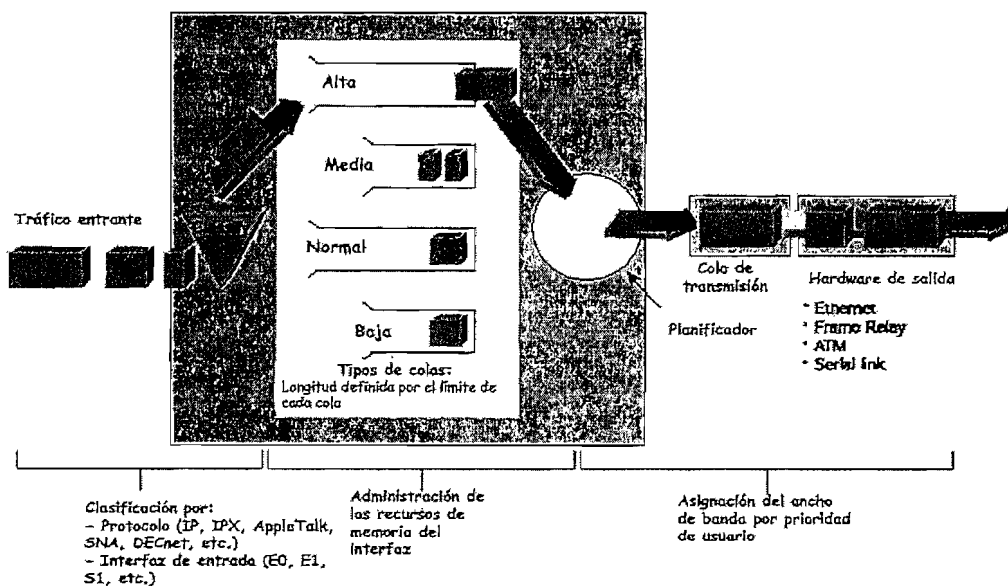
- No distingue los paquetes entrantes según la prioridad de cada uno de los mismos.

- El orden de llegada determina el ancho de banda, el retardo y la localización en el buffer del dispositivo.
- Cuando se tiene tráfico a ráfagas, este algoritmo puede causar importantes retardos en la entrega de los paquetes en recepción, causando graves problemas especialmente cuando se trata de aplicaciones sensibles al retardo y mensajes de control y señalización de la red, ya que no distingue la prioridad de cada uno de los mismos.

El encolamiento FIFO fue uno de los primeros pasos necesarios para realizar el control del tráfico en los dispositivos de red; sin embargo en la actualidad, y con la aparición de redes inteligentes, los dispositivos de red requieren algoritmos mucho más sofisticados.

#### 1.2.6.1.2 Priorización de tráfico, PQ

En la Figura 1.9 se indica el proceso que sigue el algoritmo de priorización de tráfico PQ.



**Figura 1.9** Operación del algoritmo de priorización de tráfico, PQ

El objetivo principal de este algoritmo es el asegurar que el tráfico más importante sea manejado mucho más rápido que el tráfico restante. La priorización se la puede realizar dependiendo del protocolo de red (*IP, IPX, AppleTalk*, etc.), el

interfaz de entrada del dispositivo, el tamaño del paquete, la dirección origen y destino, etc. Cada paquete que llega al dispositivo debe llegar con una prioridad asignada, dependiendo de la misma, el paquete es ubicado en una de las cuatro colas:

1. Alta,
2. Media,
3. Normal; y,
4. Baja.

Si el paquete no tiene una prioridad asignada, es ubicado en la cola de prioridad normal. Para sacar los paquetes hacia el enlace, el algoritmo da preferencia absoluta al tratamiento de las colas de alta prioridad sobre las colas de menor prioridad.

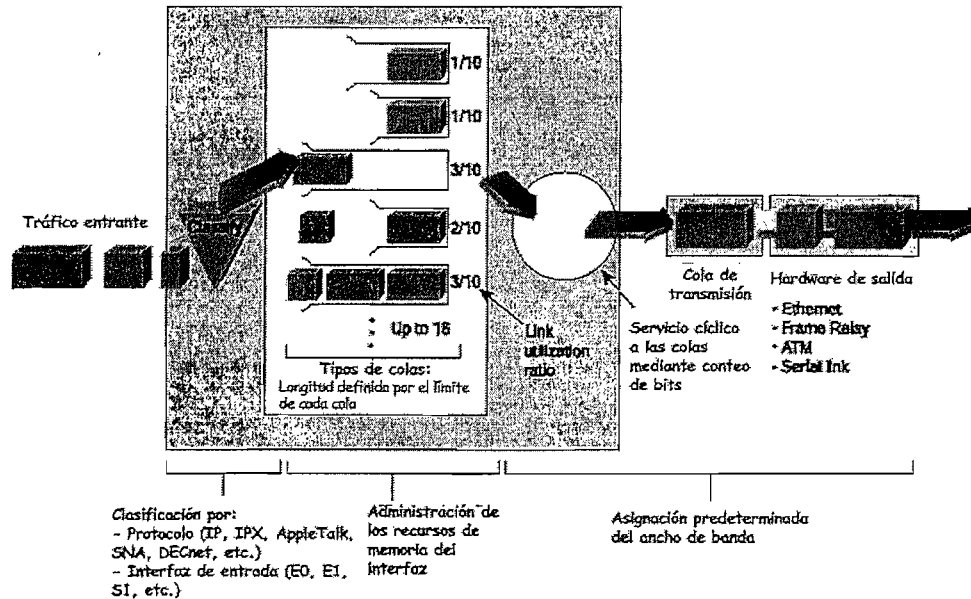
Uno de los inconvenientes del algoritmo de priorización de tráfico es que utiliza una configuración estática y por lo tanto no se adapta automáticamente a los cambios de requerimientos de la red.

#### *1.2.6.1.3 Ancho de banda garantizado, CQ*

Fue diseñado para que las aplicaciones que trabajan con un mínimo ancho de banda específico y determinados requerimientos de latencia, compartan los recursos de red disponibles de forma proporcional. Es utilizado principalmente en puntos de alta congestión, asegurando un tráfico específico para determinada porción del ancho de banda disponible, con lo que el sobrante de ancho de banda puede ser utilizado para el tráfico restante, el cual puede ser manejado mediante otro algoritmo, PQ, RED, WFQ, CBQ, etc., para optimizar los recursos.

El algoritmo CQ le asigna a cada clase de tráfico cierta cantidad de espacio en una cola, para luego atender a cada una de las colas de forma rotativa. Generalmente los dispositivos poseen 17 colas disponibles, y son atendidas desde la de mayor prioridad cíclicamente, asegurando que ninguna aplicación o determinado grupo de aplicaciones, abarque más de una porción predefinida de la capacidad total del enlace, cuando se encuentre bajo situaciones de congestión.

En la Figura 1.10 se indica la operación del algoritmo de ancho de banda garantizado CQ.



**Figura 1.10** Operación del algoritmo de ancho de banda garantizado, CQ

Uno de los inconvenientes del algoritmo CQ es que, al igual que el algoritmo de priorización de tráfico PQ, es un algoritmo de configuración estática predeterminada y no se adapta de forma automática a los cambios de requerimientos de la red.

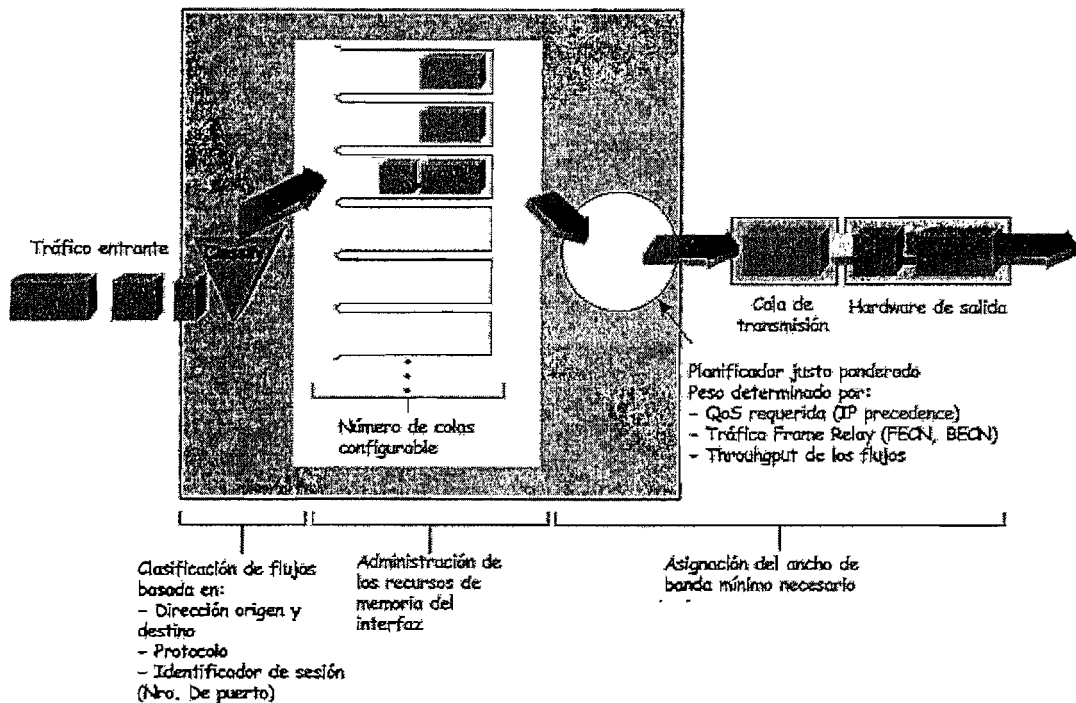
#### 1.2.6.1.4 Encolamiento justo ponderado basado en flujos, WFQ

Este algoritmo permite atender a cada una de las colas de un dispositivo de manera equitativa en términos de conteo de bits. Para aclarar este concepto, considérese un router que tiene paquetes de 200 bytes en una de sus colas y paquetes de 100 bytes en otra; el algoritmo WFQ tomará dos paquetes de la segunda cola por cada paquete tomado de la primera cola. Esto hace al servicio equitativo para cada cola, tomando 100 bytes cada vez que una cola es atendida.

WFQ es un procedimiento de garantía de ancho de banda basado en una disciplina de colas de reparto equitativo de recursos:

- El tráfico de poco volumen o de mejor comportamiento recibe un trato preferencial para reducir su tiempo de respuesta.
- El tráfico de gran volumen ocupa el ancho de banda no utilizado por el tráfico de poco volumen de forma proporcional.

En la Figura 1.11 se indica la operación del algoritmo de encolamiento justo ponderado, WFQ.



**Figura 1.11** Operación del algoritmo de encolamiento justo ponderado, WFQ

Es capaz de detectar paquetes marcados con alta prioridad para organizarlos y manejarlos con preferencia sobre los de baja prioridad; para determinar la prioridad de cada uno de los paquetes *IP*, analiza su cabecera (*IP precedence*) donde se tienen valores entre 0 (por defecto) y 7 (las prioridades 6 y 7 están reservadas y generalmente no son utilizadas por los administradores de red). Mientras mayor es la prioridad de los paquetes, se asigna un mayor ancho de banda con la finalidad de garantizar el servicio, aún en momentos de congestión. Este mecanismo se logra mediante un valor numérico denominado “peso del paquete”, calculado a partir del valor de prioridad que tiene cada uno de los paquetes; este valor determina cuándo será atendido cada paquete.

$$\text{Peso} = \frac{32384}{\text{Prioridad} + 1}$$

Por ejemplo, si se tiene un dispositivo de red al cual arriban siete flujos, cada uno de los cuales tiene una prioridad distinta como se muestra en la Tabla 1.4 Considerando que todos los flujos saldrán por el mismo enlace y que ocuparán el total de su capacidad, se puede decir que cada flujo ocupará “prioridad + 1” partes del enlace:

$$\text{Total del enlace: } 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 = 36$$

Cantidad de flujos	Prioridad	Prioridad +1	Parte del enlace que utiliza c/flujo
1	0	1	1/36
1	1	2	2/36
1	2	3	3/36
1	3	4	4/36
1	4	5	5/36
1	5	6	6/36
1	6	7	7/36
1	7	8	8/36

**Tabla 1.4** *Prioridad de cada flujo*

Cada uno de los flujos recibirá una fracción del ancho de banda disponible, dependiendo del valor de la prioridad con la que llegó marcado; así, si se tiene 15 flujos de prioridad 3 y un flujo para cada valor de prioridad restante, entonces:

$$\text{Total del enlace: } 1 + 2 + 3 + 4 * 15 + 5 + 6 + 7 + 8 = 92$$

De tal modo que cada uno de los flujos tendrá 1/92, 2/92, 3/92, 5/92, 6/92, 7/92, 8/92 y 15 de los flujos recibirán 4/92 partes del enlace, como se puede observar en la Tabla 1.5.

Cantidad de flujos	Prioridad	Prioridad +1	Parte del enlace que utiliza c/flujo
1	0	1	1/92
1	1	2	2/92
1	2	3	3/92
15	3	4	4/92
1	4	5	5/92
1	5	6	6/92
1	6	7	7/92
1	7	8	8/92

**Tabla 1.5** *Prioridad de los flujos*

WFQ crea flujos basados en las características de cada uno de los paquetes, además, es un algoritmo sumamente eficiente ya que puede utilizar todo el ancho de banda disponible para enviar tráfico de baja prioridad si es que no existe ninguna cola con tráfico de alta prioridad. Una de las ventajas que presenta este algoritmo es que al atender a las colas de manera cíclica, consistente y equitativa, la variación de retardo (*jitter*) es estabilizada; además, es un algoritmo diseñado para adaptarse automáticamente a los cambios de las condiciones de la red.

#### 1.2.6.1.5 Colas Basadas en Clases, CBQ

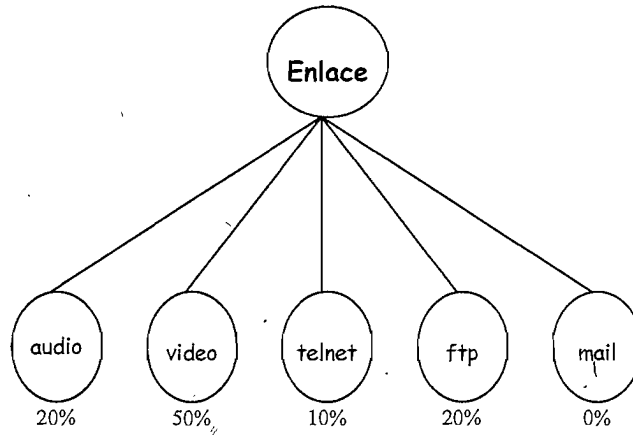
En el algoritmo CBQ, se realiza una clasificación del tráfico en clases y, según la clase, se asigna el tráfico a una cola de salida, permitiéndole al administrador separar el tráfico entrante en clases que trabajen sobre el ancho de banda mínimo, garantizado para cada clase. Cada una de las clases existentes tiene una prioridad y un determinado rendimiento.

CBQ determina el conjunto de colas a utilizar, la clase de tráfico a almacenarse en cada una de ellas y la cantidad de tráfico de cada cola que va a ser atendida en cada turno de servicio. A cada clase de tráfico se le denomina "Clase de servicio".

CBQ está constituido por los siguientes mecanismos:

- a. **Clasificador:** Encargado de asignar los paquetes entrantes a las diferentes clases.
- b. **Estimador:** Realiza la estimación del ancho de banda para cada una de las clases existentes.
- c. **Planificador para compartir el enlace:** Marca los paquetes en base a determinadas reglas que definen cómo se va a compartir el enlace.
- d. **Planificador general:** Realiza una clasificación interna entre los paquetes de la misma prioridad determinando cómo saldrán al enlace.

Los flujos de tráfico se agrupan generalmente por tipo de tráfico, protocolo o cualquier otro procedimiento, cuando existe congestión. En la Figura 1.12 se muestra un ejemplo donde cinco tipos de tráfico comparten el enlace de salida.



**Figura 1.12** Enlace compartido por cinco tipos de tráfico mediante CBQ

Cada clase tiene asignado el ancho de banda que va a utilizar, este parámetro puede ser **estático** si es que es asignado permanentemente por el administrador, o **dinámico** si varía dependiendo de las condiciones actuales de la red.

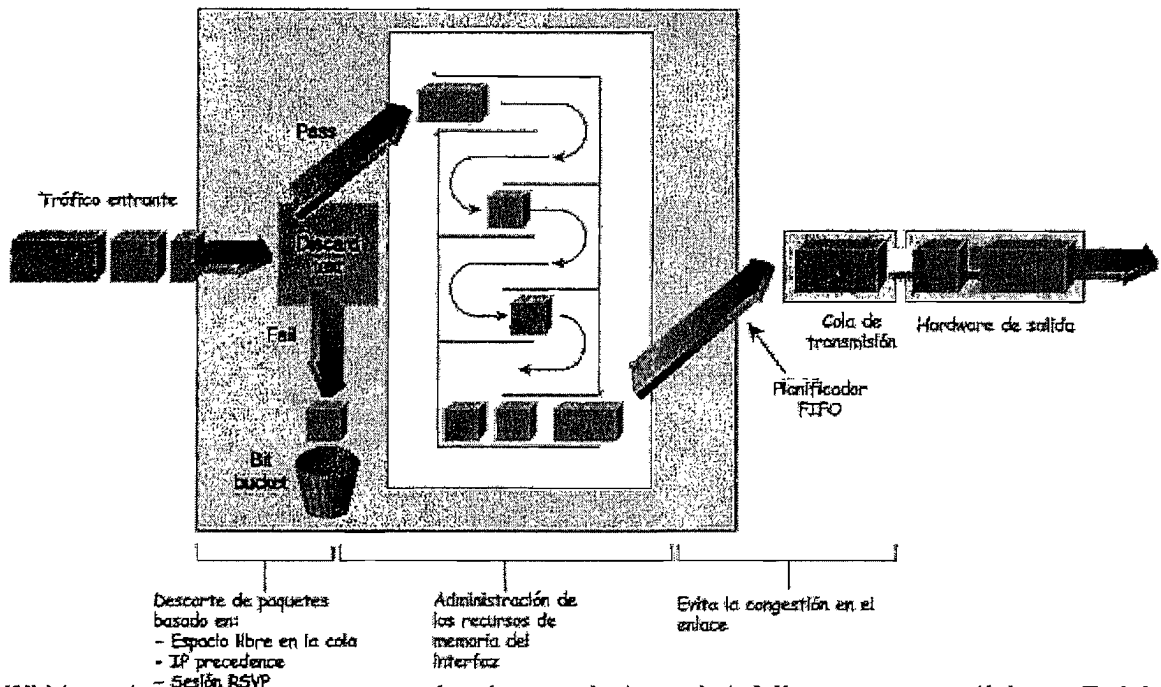
El objetivo principal del algoritmo CBQ es asegurar que cada clase con suficiente demanda reciba aproximadamente el ancho de banda necesario en los intervalos de tiempo adecuados cuando existe congestión y que si cierta clase no está utilizando el ancho de banda asignado para la misma, dicho ancho de banda no debe ser distribuido de forma aleatoria, sino que debe seguir una determinada regla.

#### 1.2.6.1.6 Descarte Aleatorio Anticipado, RED

Es un mecanismo para evitar la congestión de red controlando el tamaño de las colas indicando a los sistemas finales cuándo deben dejar de enviar paquetes. Se establecen dos límites: límite normal y límite extendido.

En la Figura 1.13 se indica la operación del algoritmo de descarte aleatorio de paquetes RED.





**Figura 1.13** Operación del algoritmo de descarte aleatorio de paquetes

En el momento en que el tráfico excede el límite normal, el algoritmo RED empieza a descartar paquetes aleatoriamente y le indica a la fuente de tráfico que disminuya su velocidad de transmisión y la adapte a la velocidad que la red puede soportar en esos instantes. De esta forma el tráfico es retrasado hasta que todos los paquetes en la red alcancen su destino y se finalice la congestión.

Si aún así no se supera la congestión y el tráfico excede el límite extendido, entonces el algoritmo RED empieza a descartar paquetes indiscriminadamente.

CISCO ha desarrollado un algoritmo ligeramente mejorado para evitar la congestión denominado WRED (*Weighted Random Early Detection*). Este algoritmo combina las capacidades de RED con el manejo de prioridades. Esta combinación da un manejo preferencial a los paquetes de alta prioridad sobre los de otra prioridad, es decir, el algoritmo puede descartar paquetes de baja prioridad cuando el interfaz se encuentra bajo congestión.

### 1.2.7 NORMAS DE CALIDAD DE SERVICIO EN REDES LAN

El análisis de la Calidad de Servicio en una red LAN varía dependiendo de los propósitos para los que se ha implementado, así como también de la tecnología de acceso escogida para la misma; de tal forma que cada caso individual requiere consideraciones especiales. El presente Proyecto pondrá especial énfasis en el análisis de la tecnología de acceso más utilizada en el ambiente de red de Campus de la Escuela Politécnica Nacional, la tecnología *ethernet*.

Actualmente la más importante tecnología LAN es *Ethernet*, ya que puede ser implementada a altas velocidades de transmisión, actualmente pueden ser las siguientes: 10 [Mbps] (*Ethernet*), 100 [Mbps] (*Fast Ethernet*), 1 [Gbps] (*Gigabit Ethernet*), y 10 [Gbps]; Sin embargo, la tecnología *ethernet*, no presenta dentro de su formato algún mecanismo para brindar un nivel de Calidad de Servicio al tráfico manejado por determinada red.

Dado que es la tecnología de acceso LAN más difundida en el mundo, la importancia de proveerla de un mecanismo de Calidad de Servicio está a la vista. Uno de los mecanismos utilizados para este fin es el propuesto por los estándares IEEE 802.1p/D e IEEE 802.1q, los cuales presentan ciertos protocolos que pueden implementarse a nivel de la capa MAC ó enlace de datos.

El estándar 802.1D es el estándar para puentes, los que trabajan en la capa de Control de Acceso al Medio (*Media Access Control Bridges*), define una arquitectura y un protocolo para la interconexión de redes LAN IEEE 802, e incluye una serie de normas y estándares muy importantes, entre los que se pueden mencionar la norma 802.1p (priorización y filtraje dinámico del tráfico *multicast*), 802.1q (filtraje y priorización de tráfico a través de VLANs, 802.1j (Administración de objetos para puentes a nivel de capa MAC), 802.6k (soporte para redes DQDB), 802.11c (Soporte para redes LAN inalámbricas) y 802.12e (Soporte de prioridades bajo demanda).

En su más reciente actualización, la norma 802.1D incluye parámetros que definen: cómo filtrar el tráfico con puentes, el concepto de clases de tráfico y su efecto en el envío de tramas en puentes con múltiples clases de tráfico, la creación de la estructura de una base de datos de filtrado para soportar servicios de filtrado dinámico *multicast* y toda la gestión y operaciones necesarias para soportar dichos servicios.

### 1.2.7.1 Norma IEEE 802.1p<sup>10</sup>

Una de las formas con las que se obtiene un nivel de Calidad de Servicio en redes LAN para la transmisión de tráfico multimedia es a través del estándar 802.1p, el cual forma parte del 802.1D desde el año de 1997. Su objetivo principal es el establecer un modo de asignar “prioridades de usuario” y filtrar dinámicamente el tráfico *multicast* en una red LAN.

Es un mecanismo de control de acumulación de tráfico apropiado para el uso en redes de área local; de acuerdo con este estándar, los parámetros esenciales para proveer calidad de servicio asegurando un nivel de prioridad son:

#### 1.2.7.1.1 Disponibilidad del servicio

La disponibilidad de servicio se obtiene mediante la relación entre el tiempo en que un servicio está disponible y el tiempo en que dicho servicio no está disponible. Esta disponibilidad variará según las operaciones que realice el puente. Para aumentar la disponibilidad del servicio, podría adoptarse una reconfiguración automática del puente con la finalidad de evitar los componentes de la red que estén fallando en el camino de los datos. Las causas más comunes para la disminución de la disponibilidad son que el puente niegue el servicio o debido al filtrado de tramas de los puentes.

#### 1.2.7.1.2 Pérdida de tramas

El servicio que se da en la capa enlace de datos no proporciona una entrega garantizada de Unidades de Datos del Servicio MAC (SDU), en este caso las

tramas, pero la probabilidad es alta. La pérdida de tramas podría ocurrir debido a:

- a) la adulteración de los bits en la capa física
- b) la trama es descartada por un dispositivo de red, esto puede ocurrir debido a que:
  - la trama ha alcanzado su máximo tiempo de vida
  - el agotamiento de la capacidad de almacenamiento del dispositivo (buffers llenos).
  - el tamaño de la unidad de datos del servicio *MAC* que la trama está transportando es demasiado grande.
  - la red de área local LAN está forzada a desechar las tramas para mantener otras opciones de *QoS*.

#### 1.2.7.1.3 Reordenamiento de tramas

El servicio de la capa *MAC* no permite un reordenamiento de tramas según una prioridad de usuario para una combinación dirección origen y dirección destino.

#### 1.2.7.1.4 Duplicación de tramas

El Servicio de la capa *MAC* no permite duplicación de tramas. Este problema puede producirse al existir distintos caminos entre origen y destino.

#### 1.2.7.1.5 Retardo experimentado por una trama

Se entiende como el retardo en el tiempo que una trama ocupa desde el origen hasta el destino. Es el tiempo estimado que excede al envío de una primitiva, la misma que es una operación disponible para que una entidad acceda a un servicio. Una primitiva ordena al servicio que ejecute alguna acción o que informe de una acción que haya tomado una entidad par. *MA\_UNITDATA.request* y la llegada de su correspondiente *MA\_UNITDATA.indication* en una transferencia de unidades de datos exitosa. La capa *MAC* introduce retardo dependiendo del tipo de medio utilizado.

#### 1.2.7.1.6 *Tiempo de vida de una trama*

Es el límite superior al retardo de tránsito de una trama. Si el retardo de tránsito de una trama excede el máximo tiempo de vida deseado de la trama, la trama debe desecharse para asegurar operaciones correctas de los protocolos de capas superiores.

#### 1.2.7.1.7 *Máximo tamaño soportado de una unidad de datos de servicio (SDU)*

El máximo tamaño de una unidad de datos de servicio (SDU) soportado es dependiente del tipo de acceso al medio MAC utilizado. Es importante tener en cuenta que el valor máximo soportado por dos LANs unidas por un puente es el más pequeño del soportado independientemente por cada una de ellas.

#### 1.2.7.1.8 *Prioridad*

El servicio MAC incluye un campo para definir la prioridad de usuario “*user\_priority*” como un parámetro de QoS. Una primitiva de petición con mayor prioridad tendrá preferencia sobre otra primitiva de menor prioridad desde la misma o desde cualquier estación en la red LAN.

#### 1.2.7.1.9 *Rendimiento*

El rendimiento total de una red de área local construida con puentes puede ser mayor que una red de área local equivalente, esto debido a la característica de los puentes de localizar el tráfico dentro de cada segmento LAN conectado al puente a través del filtrado de tramas.

Es importante recalcar que la capa MAC brinda un servicio no confiado, por lo que existen primitivas de indicación (*indication*) y de petición (*request*). Cada una de estas primitivas contiene varios campos para asociar prioridades, dentro de los cuales se tiene:

- Primitiva **MA\_UNITDATA.indication**. Contiene los campos:

*frame-type*, campo para definir el tipo de trama (trama MAC, reservada o de usuario).

*mac\_action*, campo donde se especifica, según el tipo de trama, la acción que se va a ejecutar.

*destination\_address*, dirección o direcciones MAC de destino.

*source\_address*, campo de dirección MAC de origen.

*mac\_service\_data\_unit*, campo para datos de usuario.

*user\_priority*, marca la prioridad solicitada por el usuario del servicio

*frame\_check\_sequence (FCS)*, campo utilizado para el control de parejas de primitivas, con lo cual se descarta posibles errores no detectados para tramas que ya han sido transmitidas.

- Primitiva **MA\_UNITDATA.request**. Esta primitiva agrega luego del campo *user\_priority*, el campo *access\_priority* (prioridad de acceso), utilizado para indicar la prioridad de salida de la trama. Su valor es dependiente del valor que contenga el campo *user\_priority*. Y varía dependiendo del tipo de método MAC utilizado.

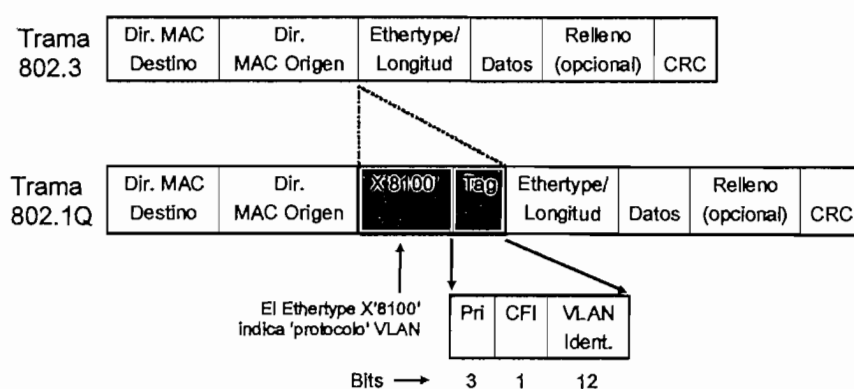
Para el caso de una red LAN basada en tecnología Ethernet, como la red de Campus de la Escuela Politécnica Nacional, la prioridad de salida de una trama es siempre la mínima (0). En la Tabla 1.6 se indica la prioridad de salida según el método MAC utilizado, dependiendo el número del campo *user\_priority*.

user_priority	Valor del campo access_priority para cada método MAC				
	802.3 Ethernet	802.4 Token Bus	802.5 Token Ring	802.6 DQDB	FDDI
0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1
2	0	2	2	2	2
3	0	3	3	3	3
4	0	4	4	4	4
5	0	5	5	5	5
6	0	6	6	6	6
7	0	7	6	7	6

**Tabla 1.6** Prioridad de salida según el método MAC utilizado.

### 1.2.7.2 Estándar 802.1q <sup>11</sup>

Este estándar define una arquitectura para crear redes privadas virtuales, los servicios provistos en las mismas y los algoritmos y protocolos involucrados en la provisión de dichos servicios. Además, extiende la capacidad del manejo de las prioridades en los puentes (nivel 2), expandiendo la trama *Ethernet* con cuatro octetos para incluir una etiqueta de identificación VLAN, un campo de identificación de formato de direcciones MAC, un campo para identificar el protocolo de la LAN virtual e información explícita de prioridad de usuario.



**Figura 1.14** Etiquetado de tramas según 802.1Q

En el caso de utilizar la tecnología *Ethernet* (802.3), se define un campo en la cabecera de la trama de acceso al medio (MAC) de las tramas *Ethernet*, compuesto por cuatro octetos como se muestra en la Figura 1.14.

En donde:

- VLAN E:** Compuesto por 16 bits que sirven para indicar el tipo de protocolo de VLAN que se está utilizando.
- Pri:** Compuesto de 3 bits, los cuales sirven para asignar prioridades de usuario (*user\_priority*), con lo que se consiguen ocho niveles posibles.
- CFI:** Compuesto por un bit, indica el formato de las direcciones MAC.
- VLAN ID:** Formado por 12 bits, es el identificador de VLAN con lo que puede tener un máximo de 4096 VLANs en una misma red.

<sup>11</sup> Documento: IEEE 802.1 q, Q-QoS on the MAC Level, Nicles Ek. Department of Electrical Engineering Helsinki, University of Technology.

Añadiendo los cuatro octetos en una trama *Ethernet*, su longitud máxima cambia de 1518 a 1522 octetos.

Además del nivel 2, los ruteadores y switches de nivel 3 también pueden definir el campo de protocolo de las tramas 802.1Q basados en la información de nivel 3, como la dirección *IP* destino, tipo de tráfico (*unicast*, *multicast*, *broadcast*), o basados en la información de nivel 4, como el número del puerto o *socket* de *TCP*, lo que va a permitir obtener un mayor rendimiento.

La prioridad de usuario de 802.1D (formalmente definida en el estándar 802.1p) usa los tres dígitos binarios del campo *user\_priority* para definir ocho diferentes tipos de clases de tráfico para los datos contenidos en cada trama *ethernet*. Es necesario asociar a cada clase de tráfico el tipo de tráfico que circule por la red LAN. Se puede dividir el tráfico en los siguientes grupos:

- a. Control de red (tráfico de máxima importancia, prioridad 7)
- b. Voz (retardos menores a 10 ms, prioridad 6)
- c. Vídeo (retardos menores a 100 ms, prioridad 5)
- d. Carga controlada (Algunas aplicaciones importantes, prioridad 4)
- e. Excellent effort (Best effort para usuarios importantes, prioridad 3)
- f. Background spare (prioridad 2)
- g. Background (juegos, etc., prioridad 1)
- h. Best effort (prioridad por defecto en redes LAN, prioridad 0)

Para un número definido de colas en cada puerto de un *switch*, 802.1p define cómo asignar cada tipo de tráfico a cada una de las colas como se muestra en la Figura 1.15.

El orden de transmisión en un puerto de un *switch* dependiendo del tipo de tráfico, se basa en:

- Para tráfico *unicast*: en base a la prioridad de usuario y a la dirección origen y destino.



- Para tráfico *multicast*: en base a la prioridad de usuario y a la dirección destino.

El *switch*, para transmitir las tramas, mira la clase de tráfico que soporta cada uno de sus puertos, escogiendo en primer lugar las tramas que se encuentran en las colas de mayor prioridad. La Figura 1.16 muestra la asignación de tráfico en un puerto de un dispositivo que tiene ocho colas para distinguir al tráfico según su prioridad.

A diferencia de tecnologías como ATM y *Frame Relay*, las redes LAN no garantizan parámetros para la obtención de QoS, por tanto ha sido necesario la creación de algún protocolo que permita conseguirla trabajando con los requerimientos de este tipo de redes, tal como el descrito en el estándar 802.1p, la cual es una técnica específicamente de marcado de paquetes que se obtiene con la clasificación de Clases de Servicio.

Nro. De colas	Tipos de tráfico						
1	BE						
2	BE			VO			
3	BE			CL	VO		
4	BK	BE		CL		VO	
5	BK	BE		CL	VI	VO	
6	BK	BE	EE	CL	VI	VO	
7	BK	BE	EE	CL	VI	VO	NC
8	BK -	BE	EE	CL	VI	VO	NC

BE: Best Effort (000)

BK: Background (001)

BK -: Background spare (010)

EE: Excelent Effort (011)

CL: Carga controlada (100)

VI: Vídeo (101)

VO: Voz (110)

NC: Control de red (111)

**Figura 1.15** Asignación del tipo de tráfico en un puerto con ocho colas

Esta diferenciación de clases y el almacenamiento de las tramas en las distintas colas del puerto en los elementos de nivel 2, van a ser suficientes para

proporcionar unos niveles de Calidad de Servicio adecuados, aunque, no se garantiza en totalidad la QoS.

802.1p es un mecanismo de control del tráfico de acumulación apropiado para su utilización en muchas redes de área local. Define un campo en el encabezado de acceso al medio de los paquetes *Ethernet*, que puede transportar uno de los ocho valores preferentes. Los *hosts* o los ruteadores que envían tráfico a una red LAN marcan cada paquete transmitido con el valor de preferencia adecuado. Los dispositivos LAN tales como *switches*, puentes o concentradores (*HUBs*) deben tratar los paquetes de forma adecuada. El ámbito de la marca de preferencia 802.1p está limitado a la red LAN.

### 1.2.7.3 SBM (Subnet Bandwidth Management)

Los estándares IEEE 802.1p, 802.1q y 802.1D definen la forma cómo los switches ethernet pueden clasificar las tramas para poder entregar en primer lugar el tráfico considerado como crítico. Existe un grupo de trabajo encargado de definir la relación entre los protocolos de Calidad de Servicio de capas superiores con las diferentes tecnologías de capa enlace como ethernet. Uno de estos protocolos es el protocolo para gestión del ancho de banda de la subred SBM, diseñado para ser aplicado e implementado en redes LAN.

SBM es un protocolo de señalización que permite la comunicación y coordinación entre nodos de la red y su relación con protocolos de Calidad de Servicio de capas superiores. Un requisito fundamental en SBM es que todo el tráfico debe pasar por lo menos por un switch que tenga implementado SBM.

#### 1.2.7.3.1 Componentes de SBM

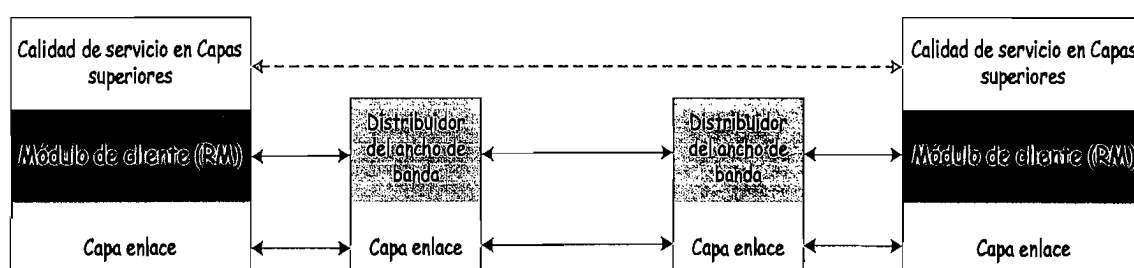
Los principales componentes del protocolo SBM son:

- **Distribuidor de ancho de banda (Bandwidth Allocator, BA).** Encargado de gestionar la asignación del ancho de banda y realizar el control de admisión de

acuerdo a su disponibilidad y a los demás criterios definidos en la política del servicio.

- **Módulo de cliente (Repositor Module, RM).** Implementado en cada estación final. La relación entre el RM y los parámetros de los distintos protocolos de calidad de servicio de capas superiores son definidas mediante este módulo de acuerdo a políticas determinadas.

La Figura 1.16 muestra los distintos componentes de SBM y cómo interactúan dentro de las capas del modelo de referencia OSI.



**Figura 1.16** Componentes de SBM

### 1.2.7.3.2 Funcionamiento de SBM

El protocolo utiliza un mecanismo de señalización entre el módulo de cliente (RM) y el distribuidor del ancho de banda (BA) para iniciar las reservas, consultar al BA los recursos disponibles y cambiar las reservas. Este mecanismo suele ser el protocolo RSVP explicado más adelante en este capítulo.

## 1.2.8 SOPORTE DE CALIDAD DE SERVICIO EN IPV4

Vers	Cabecera	ToS	Longitud Total	
Identificador		Ind.	Despl. Fragm.	
TTL	Prot	Checksum		
Dirección origen				
Dirección destino				
Opciones				

**Figura 1.17** Cabecera IPv4

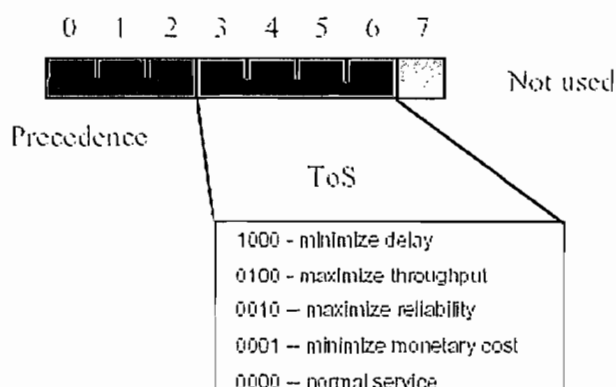
En la cabecera de IPv4, mostrada en la Figura 1.17, existe un campo relacionado

con la Calidad de Servicio: el campo **tipo de servicio (ToS)** que se lo puede apreciar en detalle en la Figura 1.18. El principal inconveniente de esta solución para brindar un nivel de Calidad de Servicio es su limitada capacidad de priorización y distinción de tráfico.

El limitado soporte de Calidad de Servicio que brinda *IPv4*, presenta los siguientes problemas:

- Proporciona un modelo fijo y limitado para la diferenciación de tráfico.
- Su campo de prioridades sólo permite codificar prioridades relativas.
- El campo *ToS* demasiado pequeño, da un soporte a la Calidad de Servicio mínimo y no ha sido adoptado por ningún fabricante, en otras palabras, casi ningún *router* lo usa.
- La fragmentación es uno de los mayores problemas de *IPv4*, ya que se produce congestión, consume recursos de ancho de banda y *CPU*, etc.
- Existe una sobrecarga de control como consecuencia de que *ICMPv4* tiene demasiadas opciones.
- Como consecuencia directa de la fragmentación pero también del reparto ineficiente y descontrolado de las direcciones se presenta el problema de un enrutamiento ineficiente.

En la Figura 1.18 se indica con más detalle el campo ToS de la Cabecera IPv4.



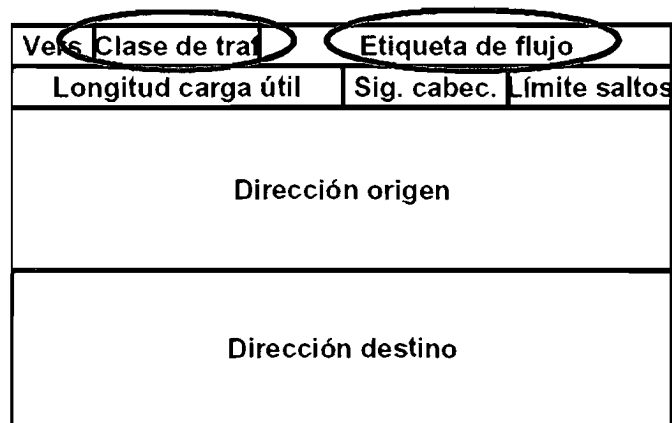
**Figura 1.18** Campo Tipo de Servicio (ToS) en IPv4

Es bien conocido que Internet ha ofrecido y ofrece un nivel de servicio *Best effort*, es decir, lo mejor que se pueda; pero la demanda de servicios garantizados y

controlables, así como el despliegue de las aplicaciones multimedia conllevan la necesidad de definir y establecer un soporte de calidad de servicio mejorado en los flujos generados por dichas aplicaciones.

### 1.2.9 SOPORTE DE CALIDAD DE SERVICIO EN IPV6 <sup>12</sup>

Existen dos campos en la cabecera de *IPv6* relacionados con Calidad de servicio. La Figura 1.19 muestra la cabecera *IPv6* y se resaltan los campos que se utilizan para proveer de Calidad de Servicio a las aplicaciones que corren en la red.



**Figura 1.19** Cabecera *IPv6*

El formato del paquete *IPv6* fue especialmente diseñado para que pueda ser tratado de manera eficiente por los ruteadores ya que su cabecera tiene menos campos que su versión anterior, la etiqueta de flujo está antes que las direcciones, por si se utiliza enrutamiento por flujos (sólo se calcula la ruta una vez). Un tratamiento eficiente del paquete permite que los paquetes sean procesados con mayor rapidez, disminuyendo el retardo de encolado.

El campo clase de tráfico tiene una longitud de 8 bits y es utilizado para indicar la prioridad lo cual permite la diferenciación de tráfico y la posibilidad de descarte en caso de congestión. El campo de etiquetas de flujo consta de 20 bits los cuales identifican los paquetes *IPv6* con el mismo origen y destino con el objeto de tratarlos de manera especial en los dispositivos de encaminamiento dentro de la

<sup>12</sup> Calidad de .Servicio en *IPv6*, Madrid Global *IPv6* Summit, 21 Enero del 2001.

---

red, es decir, para darles determinada calidad de servicio.

El protocolo de control de Internet *ICMPv6* es un protocolo más ligero y conciso, en el cual se incluyen opciones como auto configuración (*stateless*), resolución de direcciones (*neighbour discovery*), gestión de grupos *multicast* (*IGMP*), detección de direcciones duplicadas, aparte de las funciones originales de *IPv4*.

### 1.3 ARQUITECTURAS DE CALIDAD DE SERVICIO

Las arquitecturas de Calidad de Servicio son simplemente arquitecturas que se implementan con la finalidad de proveer calidad de servicio a una red. El componente más problemático de una arquitectura de QoS es el control de la carga de servicio. Los elementos de control de la carga de servicio abarcan requisitos tales como:

- La señalización de la aplicación extremo a extremo
- La señalización del servicio extremo a extremo
- La señalización de gestión de recursos para permitir un control basado en el concepto de vigilancia de tráfico (*policing*) y los recursos de red.

Una forma de implementar el control de la carga de servicio es a través de la negociación del nivel de servicio, donde la aplicación primero le indica a la red los requisitos de servicio solicitado (ancho de banda, retardo máximo) y la red responde a la solicitud. Si la red indica que es capaz de llevar la carga adicional del servicio solicitado, entonces la aplicación procede.

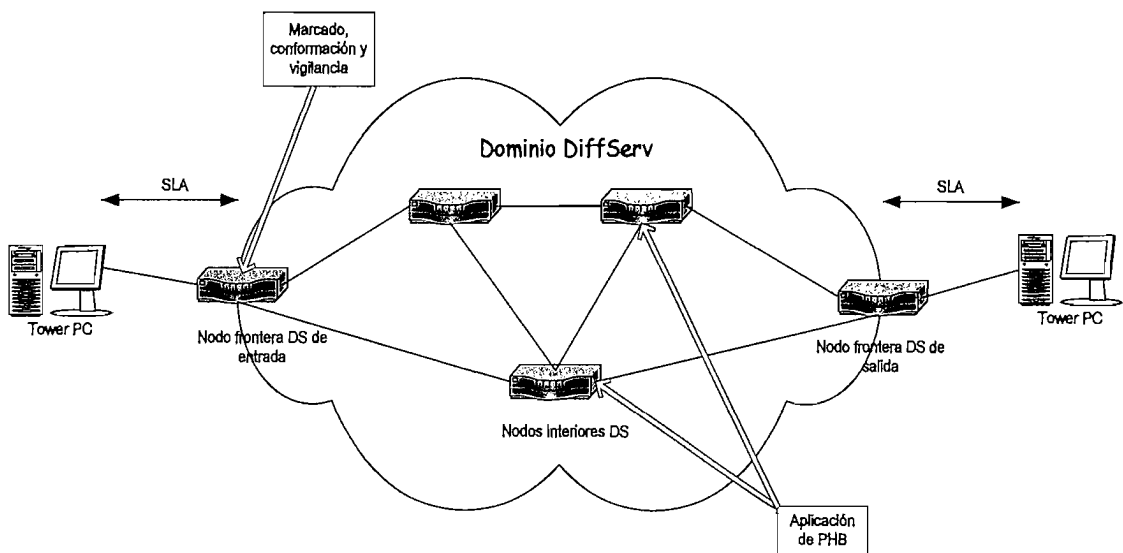
Otra forma de implementación es mediante una solicitud de servicio sin negociación previa, en la que la aplicación solicita un servicio marcando cada paquete con un código que indica el servicio deseado. Una alternativa final es el escoger un método eficiente de seleccionar las rutas acordes con una Calidad de Servicio determinada que incluya la definición de parámetros importantes como la ingeniería de tráfico aplicada y con una proyección al diseño de redes privadas virtuales.

Desde tales puntos de vista, existen otras arquitecturas claramente diferenciadas que aplican cada una de las implementaciones de control de carga:

- Arquitectura de Servicios Diferenciados (*DiffServ*)
- Arquitectura de Servicios Integrados (*IntServ*)
- Arquitectura MPLS (*Multi Protocol Label Switching*)

### 1.3.1 ARQUITECTURA DE SERVICIOS DIFERENCIADOS, DIFFSERV

Está definida en el *RFC 2475*, donde se desarrollan los elementos básicos del modelo arquitectónico representados en la Figura 1.21. La arquitectura de Servicios Diferenciados tiene como objetivo posibilitar una discriminación de servicios escalable en Internet y redes IP. Utiliza la separación de los conceptos básicos de operación de los routers de reenvío o envío hacia delante (*forwarding*) y control (encaminamiento).



**Figura 1.20** Arquitectura DiffServ<sup>13</sup>

Los servicios diferenciados proporcionan mecanismos de Calidad de Servicio para reducir la carga en dispositivos de la red a través de un mapeo entre flujos de

<sup>13</sup> García, Jesús, Raya, José, Alta Velocidad y Calidad de Servicio en Redes IP, Capítulo 19, Arquitectura de Servicios Diferenciados. Pág 488.

tráfico y niveles de servicio. Los paquetes que pertenecen a una determinada clase de tráfico se marcan con un código específico (DSCP – *DiffServ Codepoint*). Este código es todo lo que se necesita para identificar una clase de tráfico, la diferenciación de servicios se logra mediante la definición de comportamientos específicos para cada clase de tráfico entre dispositivos de interconexión, hecho conocido como PHB (*Per Hop Behavior*).

Este tratamiento se implementa por las disciplinas de servicio de colas, cuyos mecanismos fueron explicados anteriormente. Los PHB se realizan en cada nodo de la red para proporcionar al tráfico tratamientos diferenciados, con independencia de cómo se construyan los servicios extremo a extremo.

De esta manera, a través de *DiffServ* se plantea asignar prioridades a los diferentes paquetes que son enviados a la red. Los nodos intermedios de la red (*ruteadores*) tendrán que analizar los paquetes que arriban a ellos para darles determinado tratamiento según sus necesidades.

En esencia, las siguientes funciones son realizadas mediante esta arquitectura:

- Clasificación y agregación de tráfico.
- Tráfico transportado según la marca que lleva en la cabecera *IP*, utilizando el campo DS (*Diff Serv*). Este campo constituye una redefinición del campo *ToS* (Tipo de Servicio), como muestra la Figura 1.22, con el objetivo de unificar los campos similares en la versión *IPv4* e *IPv6*.
- Los paquetes se marcan para recibir un tratamiento específico en cada salto de la ruta.
- Se realizan operaciones de clasificación, marca, política y acondicionamiento de tráfico únicamente en los nodos frontera.

La Arquitectura *DiffServ* utiliza ciertos campos de la cabecera *IP* de cada paquete. Las Figuras 1.21, 1.22, 1.23 y 1.24 muestran los pequeños cambios que realiza la Arquitectura en la cabecera *IP* para utilizar un campo y asignar un código de diferenciación para aplicar distintos niveles de Calidad de Servicio a los paquetes.



Versión	Lon.Cab.	TOS	Longitud total			
Identificación			X	D F	M F	Desplazamiento fragmento
Tiempo de vida	Protocolo		Checksum			
Dirección de origen						
Dirección de destino						
Opciones						

**Figura 1.21** Cabecera IPv4 antes de DiffServ

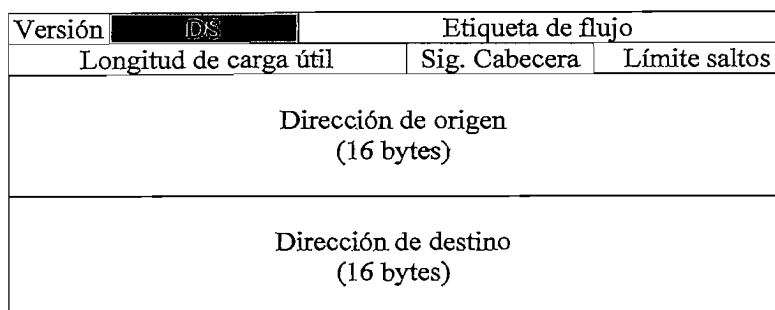
Versión	Lon.Cab.	DS	Longitud total			
Identificación			X	D F	M F	Desplazamiento fragmento
Tiempo de vida	Protocolo		Checksum			
Dirección de origen						
Dirección de destino						
Opciones						

**Figura 1.22** Cabecera IPv4 con DiffServ (RFC2474, 12/1998)

El campo DS, con igual longitud y formato que en IPv4, se coloca en IPv6 sustituyendo al campo prioridad (de 4 bits) y a los cuatro primeros bits del campo "etiqueta de flujo" que se reduce de 24 a 20 bits. Tales cambios no produjeron problemas, ya que ni el campo prioridad ni el campo etiqueta de flujo se habían utilizado.

Versión	Prioridad	Etiqueta de flujo	
Longitud de carga útil		Sig. Cabecera	Límite saltos
Dirección de origen (16 bytes)			
Dirección de destino (16 bytes)			

**Figura 1.23** Cabecera IPv6 antes de DiffServ (RFC 1883)



**Figura 1.24** Cabecera IPv6 con DiffServ (RFC2474, 12/1998)

En la Figura 1.25 se indica de una manera mas detallada el Campo DS, el mismo que está formado por 1 byte (8bits), divididos de la siguiente manera:



En donde:

**DSCP:** *Differentiated Services CodePoint*. Seis bits que indican el tratamiento que debe recibir el paquete en los *routers*.

**CU:** *Currently Unused* (2 Bits). Este campo se encuentra reservado, actualmente se utiliza para control de congestión.

**Figura 1.25** Formato del campo DS

El campo DSCP, compuesto por 6 bits, permite un máximo de 64 categorías (*codepoints*) de tráfico diferentes; sin embargo, en la actualidad se han dividido en tres grupos, tal como se indica en la Tabla 1.7.

Codepoints	Valores	Uso
xxxxyy0	32	Estándar
xxxx11	16	Local/experimental
xxxx01	16	Reservado

**Tabla 1.7** Grupos de categorías del campo DSCP

En el grupo estándar, los tres primeros bits (xxx) indican la clase de tráfico.

Dependiendo de su situación o ubicación, existen diferentes funciones que deben cumplir cada uno de los nodos de la red para que la Arquitectura planteada cumpla con sus objetivos de provisión de Calidad de Servicio.

A continuación se indican las funciones que desempeñan tanto los nodos extremos DS como los nodos internos DS.

- **Nodos extremos DS:** Realizan diferentes funciones como el acondicionamiento de tráfico entre los dominios *DiffServ* interconectados. De esta manera debe clasificar y establecer las condiciones de ingreso de los flujos de tráfico en función de dirección IP y puerto (origen y destino), protocolo de transporte y DSCP (*DiffServ Codepoint*), este clasificador se conoce como MF (*Multi-Field Classifier*). Una vez que los paquetes han sido marcados adecuadamente, los nodos internos deberán seleccionar el PHB definido para cada flujo de datos.

Los nodos DS de entrada serán los responsables de asegurar que el tráfico de entrada cumpla con los requisitos de algún TCA (*Traffic Conditioning Agreement*), que es un derivado del SLA (*Service Level Agreement*: Acuerdo de nivel de servicio; contrato que especifica los parámetros de QoS acordados entre un proveedor y el usuario, cliente), y que consiste en un acuerdo que define las reglas, aplicables a los flujos de tráfico, para realizar el servicio, tales como son marcado, medición, descarte y adaptación.

De igual forma, los nodos DS de salida deberán realizar funciones de acondicionamiento de tráfico sobre el tráfico transferido a otro dominio DS conectado.

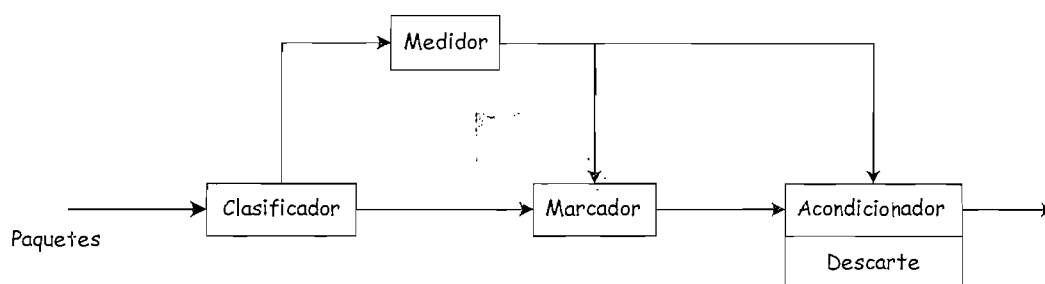
- **Nodos internos DS:** Realizan limitadas funciones de acondicionamiento de tráfico, tales como remarcado de DSCP. Los nodos DS internos sólo se conectan a nodos internos o a nodos externos de su propio dominio. A

diferencia de los nodos externos para la selección del PHB solo se tendrá en cuenta el campo DSCP, conocido como clasificador BA (Behavior Aggregate Classifier).

Un nodo DS es, en principio, una combinación de cinco módulos funcionales como se observa en la Figura 1.26, aunque no todo elemento DS debe contener los siguientes módulos:

1. *Clasificador de tráfico*. Clasifica los paquetes en base a la información de la cabecera del paquete: direcciones fuente y destino y campo DS.
2. *Medidor de tráfico (Traffic Meter)*. Mide las propiedades temporales de los paquetes seleccionados por el clasificador. Es responsable de que el tráfico esté acorde con el ancho de banda del perfil e informa de esto a los módulos de marcado, adaptación y descarte.
3. *Marcador de paquetes (Packet Marker)*. Establece un código (*codepoint*) en el campo DS del paquete.
4. *Acondicionador (Shaper)*. Establece cierta demora de los paquetes, con la finalidad de que sean conformes con determinado perfil de tráfico.
5. *Módulo de descarte*. Descarta algunos o todos los paquetes de algún flujo de tráfico para forzar un perfil de tráfico.

Generalmente las funciones más complejas son realizadas en los nodos frontera pero no existen reglas precisas para la ubicación de las funciones antes descritas.



**Figura 1.26** Módulos funcionales en un nodo DS <sup>14</sup>

La Tabla 1.8 muestra una comparación entre los servicios proporcionados en la arquitectura de servicios integrados y ATM, una de las arquitecturas que posee

<sup>14</sup> García, Jesús, Raya, José, Alta Velocidad y Calidad de Servicio en Redes IP, Capítulo 19, Arquitectura de Servicios Diferenciados. Pag. 490.

una diferenciación de tráfico clara y definida para brindar varios niveles de Calidad de Servicio a los usuarios que trabajan sobre la misma.

Servicio	Características	Equivalencia en ATM
'Expedited Forwarding' o 'Premium'	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es el que da más garantías. Equivale a una línea dedicada</li> <li>• Garantiza Caudal, tasa de pérdidas, retardo y <i>jitter</i></li> <li>• Valor 101110 en DSCP</li> </ul>	CBR VBR-rt
'Assured Forwarding'	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegura un trato preferente, pero sin fijar garantías (no hay SLA)</li> <li>• Se definen cuatro clases y en cada una tres niveles de descarte de paquetes</li> </ul>	VBR-nrt
'Best Effort' con prioridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin garantías, pero obtendrá trato preferente frente a 'best effort sin prioridad'</li> </ul>	ABR
'Best Effort' sin prioridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ninguna garantía, obtiene solo las migajas</li> </ul>	UBR

**Tabla 1.8** Comparación de DiffServ con los servicios de ATM

Existe un elemento adicional dentro de la arquitectura de servicios diferenciados para manejar el control de políticas y realizar el control administrativo denominado *Bandwidth Broker* (BB). De forma simple, el BB es el encargado de realizar todos los controles administrativos y gestionar los recursos de red disponibles; además puede intercambiar información con otros BB de otras redes. Dentro del escenario que define *DiffServ* se necesita algún modo de comunicación para distribuir las políticas de calidad de servicio entre los elementos de red que las necesiten. Existe un protocolo utilizado para tal efecto que permitirá resolver este problema de comunicación.

### 1.3.2 ARQUITECTURA DE SERVICIOS INTEGRADOS, INTSERV

Está definida en el RFC 2210, donde se describen posibles niveles de Calidad de Servicio que las aplicaciones pueden solicitar en forma controlada. Para la ejecución de tales niveles, se requiere de definiciones uniformes de los niveles de calidad de servicio y de los parámetros que la especifican, aplicadas de similar manera en los distintos elementos que forman la red; y un protocolo de reserva de recursos, implementado en los nodos extremos (emisor y receptor) y en los nodos intermedios de la red (encaminadores).

Cada uno de los niveles de Calidad de Servicio que proporciona la arquitectura de servicios integrados, se encuentra definido a continuación:

#### 1.3.2.1 Best Effort.

Como se ha mencionado anteriormente, no brinda ninguna garantía

#### 1.3.2.2 Carga controlada.

Definido en el RFC 2211, exige a los medios de la red un comportamiento semejante al de mejor esfuerzo en situaciones de bajo nivel de carga, con lo que se logra mantener muy bajos la tasa de pérdida de paquetes y el retardo de transmisión. Además, no se requiere realizar ningún control de la variación del retardo de transmisión (jitter). Las principales características de este servicio son las siguientes:

- En condiciones de bajo nivel de carga se asemeja al servicio *Best Effort*.
- Asegura que un alto porcentaje de paquetes no experimente un retardo que sobrepase considerablemente el retardo de tránsito mínimo; sin embargo, no se establece un límite máximo en el retardo de cola a través de la red.
- Asegura que un alto porcentaje de los paquetes transmitidos se entreguen con éxito.

#### 1.3.2.3 Carga garantizada.

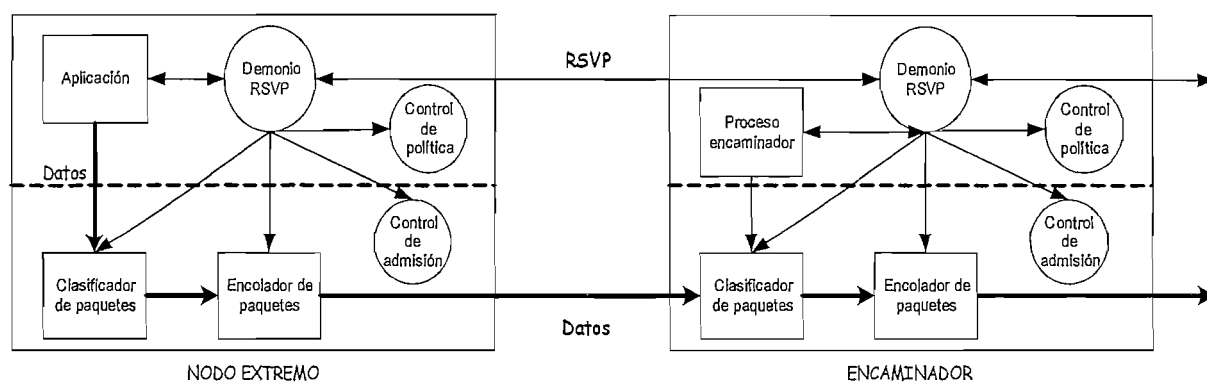
Se encuentra definido en el RFC 2212. Asegura a las aplicaciones que no se producirán pérdidas por congestión, mientras el tráfico se halle dentro de los parámetros acordados, y asegura un tiempo máximo garantizado de transmisión de extremo a extremo.

La Tabla 1.9 resume las características fundamentales de cada uno de los servicios proporcionados en *IntServ* y su similitud con los servicios en ATM.

Servicio	Características	Equivalencia en ATM
Garantizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantiza un caudal mínimo y un retardo máximo</li> <li>Cada <i>router</i> del trayecto debe dar garantías</li> <li>A veces no puede implementarse por limitaciones del medio físico (Ej. <i>Ethernet</i> compartida)</li> </ul>	CBR VBR-rt
Carga Controlada ('Controlled Load')	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad similar a la de una red de datagramas poco cargada</li> <li>Se supone que el retardo es bajo, pero no se dan garantías</li> </ul>	VBR-nrt
'Best Effort'	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ninguna garantía (como antes sin <i>QoS</i>)</li> </ul>	UBR

**Tabla 1.9** Comparación de *DiffServ* con los servicios de ATM

Para ofrecer los distintos niveles de calidad de servicio, *IntServ* se basa en la reserva previa de recursos en todo el trayecto; para tal reserva generalmente se emplea el protocolo de reserva de recursos RSVP (*Resource Reservation Protocol*), íntimamente relacionado con el modelo *IntServ*. Siempre y cuando la red tenga recursos suficientes, la reserva de recursos permitirá asegurar la *QoS* solicitada. Si la red tiene fuertes niveles de congestión, los mecanismos de calidad de servicio difícilmente serán capaces de asegurar el nivel de calidad pedido a las aplicaciones que así lo requieran.



**Figura 1.27** Arquitectura ISA con RSVP <sup>15</sup>

<sup>15</sup> García, Jesús, Raya, José, *Alta Velocidad y Calidad de Servicio en Redes IP*, Capítulo 18, Servicios Integrados v Protocolo RSVP. Pág. 460.

---

La Figura 1.27 muestra los componentes de la arquitectura de servicios integrados, explicados a continuación, tanto para un nodo extremo como para un nodo encaminador, formando **nodos IS**.

#### **1.3.2.4 Clasificador de paquetes**

Es el encargado de clasificar los paquetes en diferentes clases, dependiendo del contenido de las cabeceras y/o de un número de clasificación previamente añadido a cada paquete. Cada clase puede estar formada por un conjunto de flujos o por un flujo único. Esta clasificación es local, es decir, cada encaminador realizará su propia clasificación de flujos, de tal manera que un flujo puede ser clasificado de forma distinta en cada uno de ellos.

#### **1.3.2.5 Planificador de paquetes**

Es el encargado de dirigir el envío de diferentes paquetes utilizando un conjunto de colas, determinando cómo los paquetes se distribuyen por las mismas y estableciendo el orden de transmisión de los paquetes. Además es el módulo en el cual se realizan las funciones de descarte en caso de que el tráfico de los paquetes en un flujo exceda la capacidad solicitada.

#### **1.3.2.6 Control de admisión**

Determina si existen suficientes recursos para garantizar la QoS solicitada, mediante un algoritmo de decisión implementado en el encaminador. En caso de que no existan suficientes recursos, el flujo no es admitido.

#### **1.3.2.7 Protocolo de reserva**

Es el componente mediante el cual se establece una conexión con determinada QoS entre los nodos extremos a través de los encaminadores de la ruta que sigue cada flujo. El protocolo ligado a *IntServ* para la realización de esta función es el protocolo RSVP. Sin embargo, es importante hacer notar que las especificaciones de RSVP y de los niveles de calidad de servicios integrados son independientes,



---

permitiendo por tanto utilizar la especificación de servicios integrados con diferentes mecanismos de reserva, o bien utilizar RSVP con diferentes tipos de servicios.

### 1.3.2.8 Protocolo RSVP

Implica una reserva de recursos en la red para cada flujo de información de usuario, así como el mantenimiento en cada uno de los ruteadores de un estado para cada flujo; es decir, el mantenimiento de la reserva (tablas de estados de reserva). En el diseño del protocolo RSVP se trazaron los siguientes objetivos:

- Permitir a cualquier tipo de receptor realizar la reserva de recursos de acuerdo con sus necesidades.
- Gestionar cambios dinámicos en la pertenencia a grupos *multicast*.
- Permitir la agregación de recursos reservados en el árbol de encaminamiento de grupos *multicast*.
- Permitir la agregación de los mensajes de reserva, con el consiguiente aumento de la eficiencia del protocolo.
- Permitir a los distintos receptores en un grupo *multicast* la elección de un emisor entre varios que se dirijan al grupo.
- Cambiar las reservas con cada cambio de ruta de encaminamiento, en el transcurso de una transmisión.
- Mantener total independencia del protocolo de encaminamiento.

En base a los objetivos descritos anteriormente, se definen las características principales del protocolo RSVP (RFC 2205) a continuación:

- Proporciona reserva de recursos tanto para destinos únicos (*unicast*) como múltiples (*multicast*), adaptándose de forma dinámica a cambios de enrutamiento y a cambios de pertenencia de grupo.
- Realiza reservas del tipo simples; esto como consecuencia de que una de las características de los flujos es unidireccionalidad.
- Las reservas son iniciadas y mantenidas por el receptor.
- Requiere del mantenimiento permanente de estado en cada uno de los

encaminadores que conforman la ruta.

- No es un protocolo de encaminamiento, sino que se basa en los protocolos de encaminamiento existentes.
- Utiliza parámetros de control de tráfico que le son opacos.
- Admite diferentes estilos de reserva.
- Soporta tanto *IPv4* como *IPv6*.
- Proporciona una operación transparente a través de los encaminadores que no lo soportan.

RSVP define dos sentidos para la transferencia de sus mensajes de señalización, *downstream* y *upstream*. El flujo *downstream* se efectúa desde el emisor hacia el receptor o receptores, y el flujo *upstream* en sentido contrario.

El emisor envía a todos sus destinatarios un mensaje *PATH* que contiene la dirección *IP* destino, la descripción del emisor y tráfico que éste enviará, el cual seguirá la misma ruta que posteriormente cruzarán los paquetes de datos y ocasionará la creación en cada nodo del camino, de la información de **estado de camino**, transportando en cada salto la dirección *IP* del nodo anterior con lo que se facilita la creación de un camino inverso. El proceso de establecer la reserva inicia en el receptor, con el envío de una respuesta al mensaje *PATH* recibido: un mensaje de tipo *RESV* en dirección al emisor, utilizará la información del **estado de camino** creada previamente para recorrer el camino contrario al mensaje *PATH*, hasta llegar al emisor, creando a su paso información de **estado de reserva** en cada uno de los nodos del camino.

Las reservas establecidas mediante RSVP tienen una duración limitada, por lo que es necesario refrescarlas periódicamente, enviando nuevamente información del **estado de reserva** a cada uno de los nodos del camino de información con capacidad RSVP.

En resumen, RSVP es un protocolo de señalización que establece reservas de recursos, similares a un circuito. La diferencia es que la reserva se cancela si no se renueva periódicamente, por lo que se dice que es una reserva *soft*, en

contraposición a la reserva *hard* realizada en los circuitos permanentes o conmutados, que permanece hasta que se libera por el plano de control o por el plano de gestión, respectivamente.

Una sesión RSVP se define por la terna:

**Dirección Destino. ID del protocolo IP. Puerto Destino**

En donde:

**Dirección Destino:** Es la dirección *IP* destino de los paquetes, que puede ser *unicast* o *multicast*.

**ID del protocolo IP:** Es el identificador del protocolo *IP*.

**Puerto Destino:** Es un parámetro opcional que indica el puerto de servicio en el destino.

### 1.3.3 ARQUITECTURA MPLS (MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING)

MPLS es un estándar emergente propuesto por el IETF que surgió para consensuar diversas soluciones de conmutación multinivel, propuestas por diversos fabricantes a principios de los 90. En una red *IP* convencional, los mecanismos de reenvío (*forwarding*) de paquetes se basan en que cada nodo de la red analice la cabecera *IP* de cada uno de los paquetes que arriban, y según la información proporcionada en la misma encaminarlo hacia otro nodo para que llegue a su destino. Cuando el tamaño de la red aumenta, la primera solución es aumentar la capacidad de procesamiento de los ruteadores sin embargo es una solución limitada. MPLS aparece como una solución a este problema, basado en las siguientes premisas:

- La asignación del camino a seguir por un paquete sólo se realiza en el nodo de entrada. Esta asignación se basa en la cabecera del paquete.
- El camino asignado es codificado mediante una etiqueta.
- Los siguientes nodos de la red no analizan la cabecera del paquete. El reenvío del paquete se realiza analizando la etiqueta asignada a la entrada de la red que lleva cada uno de los paquetes. Por tanto, la cabecera es analizada una sola vez en la red.

- Debe funcionar sobre cualquier tecnología de transporte (*ATM, Frame Relay, SONET/SDH, PPP, LANs*).
- Debe soportar el envío de paquetes tanto *unicast* como *multicast*.
- Debe ser compatible con la arquitectura de Servicios Integrados *IntServ*, incluyendo el protocolo *RSVP*.
- Debe permitir el crecimiento constante de Internet.
- Debe ser compatible con los procedimientos de operación, administración y mantenimiento de las actuales redes *IP*.

Las ventajas ofrecidas por este tipo de solución son:

- La inteligencia de la asignación de caminos se concentra en la frontera de la red.
- Las funciones de reenvío pueden ser realizadas por un *switch*, ya que no son necesarias las funciones de encaminamiento paquete a paquete en los nodos intermedios.
- La asignación a un camino particular de un paquete se puede basar en información que no se encuentre en la cabecera, sino más bien, en criterios de gestión de la red.
- Permite la definición de rutas explícitas desde el sistema de gestión.

Uno de los puntos fundamentales para el desarrollo de MPLS, fue el lograr una integración de niveles de forma efectiva. Merecen citarse tecnologías privadas como *Cell Switching Router (CSR)* de *Toshiba*, *IP Switching* de *Ipsilon Networks*, *Tag Switching* de *Cisco*, *Aggregate Route – Base IP Switching* de *IBM* e *IP Navigator* de *Cascade/Ascend/Lucent*, tecnologías que presentaban el problema de falta de interoperabilidad ya que usaban diferentes tecnologías privadas para combinar la conmutación de nivel 2 con el encaminamiento *IP* de nivel 3. Los componentes básicos comunes que presentan este tipo de soluciones junto con MPLS son:

- La separación entre las funciones de control (*routing*) y de reenvío (*forwarding*).
- El paradigma de intercambio de etiquetas para el envío de datos.

## **CAPÍTULO 2**

### **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA POLIRED Y SUS REQUERIMIENTOS**

# CAPÍTULO 2

## ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA POLIRED Y SUS REQUERIMIENTOS

Para realizar un diseño de la Red de Campus óptimo tanto para la parte Académica como para la Administrativa, fue necesario realizar un levantamiento de la infraestructura que posee la Escuela Politécnica Nacional, presentado en el presente capítulo, ya que el objetivo de dicho levantamiento es el identificar los principales componentes tanto activos como pasivos que se encuentran ubicados en las dependencias de la EPN y que forman parte de subredes de la Polired, con la finalidad de determinar que porcentaje de los mismos pueden ser reutilizados, que puntos de la Escuela necesitan tener acceso a la red, así como realizar un censo para recopilar información referente a requerimientos de red y de los usuarios de la misma.

Luego de conocer el equipamiento con el que cuenta la Escuela Politécnica Nacional, otro factor importante es la recopilación de las estimaciones del tráfico que se tiene actualmente ya que dichos valores permiten dimensionar la capacidad de los enlaces necesarios para interconectar las diferentes dependencias dentro de la red de Campus y de igual manera la interconexión de la Polired con redes externas.

En el presente Capítulo se presentan los requerimientos dentro de la red de Campus considerando un número de 2071 hosts que abarcaría la red dentro de un plazo de 8 años.

## CAPÍTULO 2

### 2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA POLIRED Y SUS REQUERIMIENTOS

#### 2.1 HISTORIA DE LA POLIRED A DICIEMBRE DEL 2003

La Polired tuvo sus inicios por el año de 1993, orientada principalmente a la interconexión de los principales edificios que conformaban el Campus universitario, mediante un anillo de fibra óptica sobre el cual se irriplantó la tecnología FDDI (Interfaz de datos sobre Fibra Distribuida).

En el mes de abril de 1999, después de tres meses de inactividad de la red de Campus debido a problemas con los equipos de interconectividad de la red, y tras realizar un estudio para determinar las necesidades de la misma, se decide realizar la adquisición del *Route Switch IBM 8274*, cuyas especificaciones se presentan en el anexo B del presente Proyecto, dispositivo que hasta la fecha se ha convertido en el elemento principal de la red, cambiando la topología en anillo hasta ese momento utilizada, por una topología en estrella y cuyo punto central era dicho ruteador. El IBM 8274 recibe todos los enlaces de fibra existentes en la EPN, está ubicado en el Centro de Cómputo general de la EPN, en el edificio de Administración.

En lo referente al acceso al Internet, en el año de 1993 se establece un contrato para la provisión del servicio con la empresa Ecuonet, a una tasa de transmisión de 9.6 Kbps, incrementándose posteriormente a 14.4 Kbps debido al incremento continuo de la demanda interna por este servicio. En el año de 1997 se decide incrementar nuevamente la tasa de transmisión del enlace hacia Internet a 28.8 Kbps.

Para el año de 1999 la Escuela cambia de proveedor de servicio de Internet, siendo *Cyberweb* la empresa que en un inicio provee una tasa de transmisión de 32 Kbps; con el constante incremento del número de usuarios en la red y por ende del tráfico hacia el mundo exterior, se decide incrementar la tasa de transmisión de datos a 64 Kbps. A mediados del año 2000 se renueva el contrato con la empresa *Cyberweb*, estipulando en el mismo un nuevo incremento de la salida al mundo exterior a 192 Kbps a través de un *Clear Channel*.

Debido a problemas de saturación en el enlace, se contrata una nueva tasa de transmisión de 320 Kbps; estos enlaces eran monitoreados por la empresa proveedora del servicio. Una vez más, y luego de un estudio de tráfico dentro de la red de Campus, esta capacidad de acceso al Internet sería insuficiente para la demanda existente de usuarios en la red de Campus. En Marzo del 2002 se contrata un acceso de 512 Kbps.

En Diciembre del 2002 se decide incrementar a 1024 Kbps la capacidad del enlace para acceso a Internet que posee la red de Campus, contratándose en Enero del 2003 esta tasa de transmisión de datos manteniéndose el proveedor *Cyberweb*.

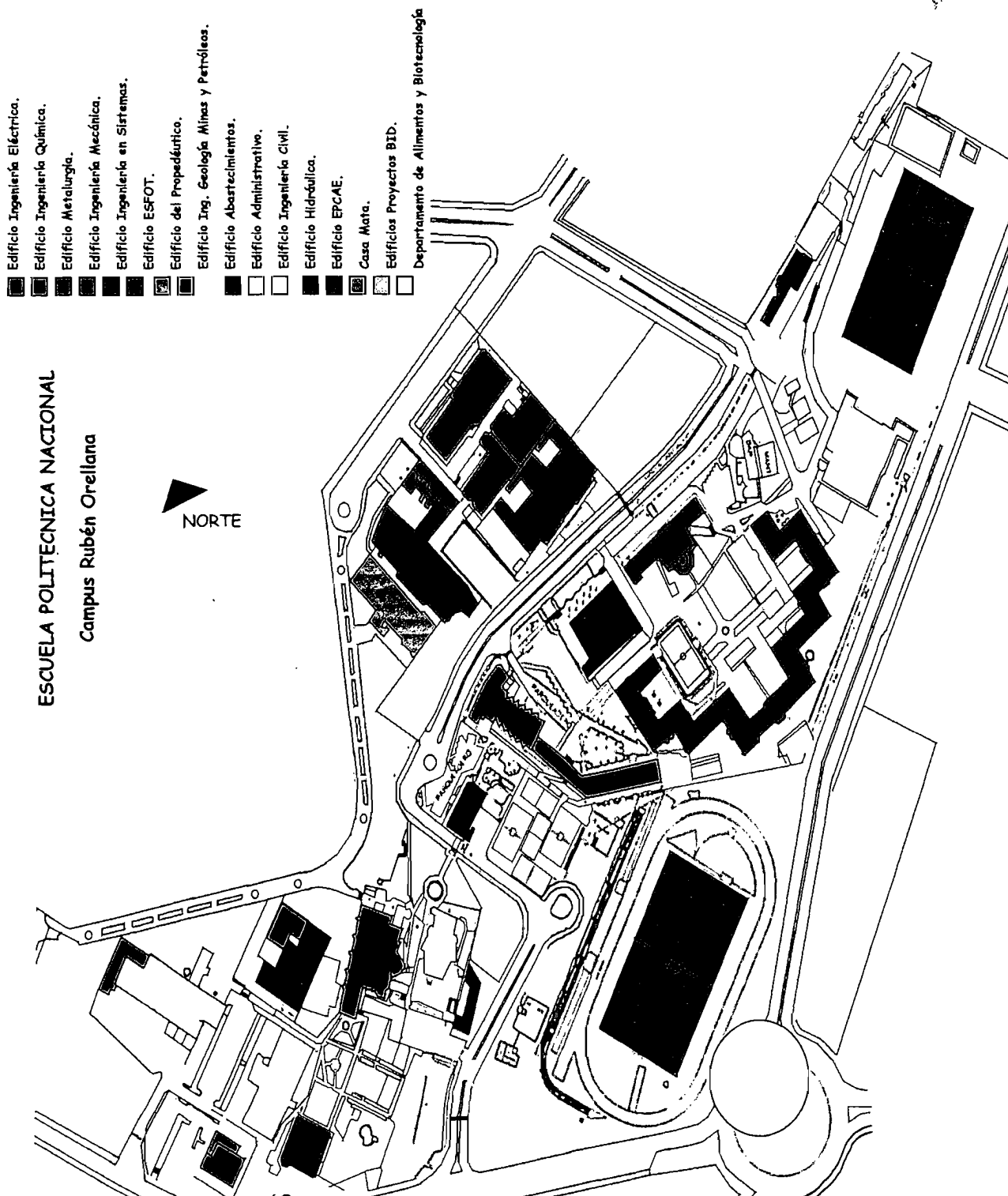
En el contrato se estipula que el acceso es a través de un *Clear Channel*, que el tiempo medio entre fallas de la red del proveedor es de seis meses, es decir que en un año solamente deberían existir dos fallas, el tiempo medio de recuperación por caída del enlace es de cuatro horas, entre los aspectos principales.

El Centro de Cómputo general realiza un monitoreo permanente del enlace contratado por la Escuela mediante una herramienta llamada MRTA; se verifica el estado del mismo tres veces por semana, y en promedio se tiene un enlace superior a los 1000 Kbps.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Fuente: Contratos de provisión de servicio de Internet, proporcionados por el personal encargado del Centro de Cómputo General de la EPN.





**Figura 2.1** Campus Politécnico Rubén Orellana<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Fuente: Página web de la EPN: <http://www.epn.edu.ec/Campus/index.html>

### 2.2.1.1 Tendido de Fibra Óptica

Inicialmente, la implementación del tendido de fibra óptica en la EPN se contrató y se ejecutó en Marzo de 1995 a través de la empresa Alcatel, ganadora de la licitación. El tendido realizado por Alcatel consiste en:

- ⊙ **Backbone principal.** Une el edificio de Administración (Centro de Cómputo) y el edificio de Ingeniería Eléctrica-Química (Tercer piso); este enlace consta de dos cables de fibra que contienen 8 fibras ópticas (62.5/125  $\mu\text{m}$ ) multimodo, cuyas especificaciones se pueden observar en las hojas de datos de Alcatel indicadas en el anexo B.
- ⊙ **Enlaces de distribución.** Enlaces constituidos por cable de fibra que contiene 8 fibras ópticas (62.5/125  $\mu\text{m}$ ) multimodo, cuyas especificaciones se describen en las hojas de datos de Alcatel indicadas en el anexo B. Estos enlaces interconectan:

*Centro de Cómputo (CC) con las dependencias centrales y de la parte sur del Campus.*

- ⊙ CC con Biología.
- ⊙ CC con Edificio de Hidráulica.
  - ⊙ Edificio Hidráulica con Casa Mata.
- ⊙ CC con Edificio de Ingeniería Civil.
  - ⊙ Edificio de Ingeniería Civil con Postgrado en Gerencia Empresarial.

*Edificio de Ingeniería Eléctrica-Química (E-Q) con dependencias de la parte norte del Campus.*

- ⊙ E-Q con Edificio del Propedéutico
- ⊙ E-Q con Edificio Ingeniería Mecánica
- ⊙ E-Q con Edificio de Ingeniería Eléctrica (2 enlaces, uno proveniente del tercer piso y otro del Lab. de Informática, ubicado en el sexto piso))
- ⊙ E-Q con Edificios Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos
- ⊙ E-Q con Aulas de la ESFOT (Escuela de Formación Tecnológica)
- ⊙ E-Q con Instituto de Investigaciones Tecnológicas

- ⊙ E-Q con Casa Administrativa de la ESFOT
- ⊙ E-Q con Edificio de Ingeniería en Sistemas
- ⊙ Casa Administrativa ESFOT con Casa de Profesores ESFOT

En la Figura 2.2 se indican los enlaces principales, secundarios y nuevos con sus respectivas longitudes.

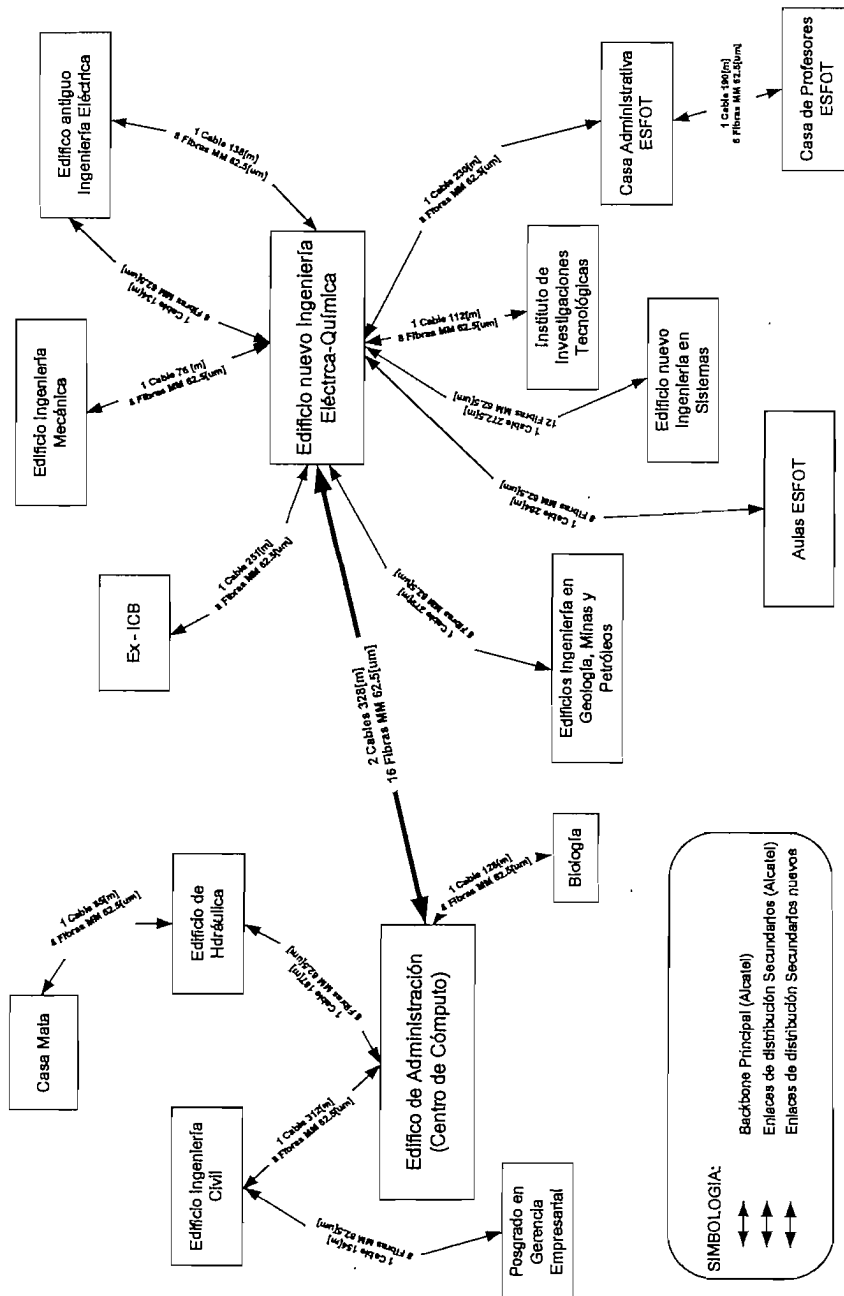


Figura 2.2 Tendidos de Fibra Óptica en la EPN<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Fuente: Centro de Cómputo General

En la Figura 2.3, se presenta la ubicación de los pozos de revisión del tendido de fibra óptica de la EPN.

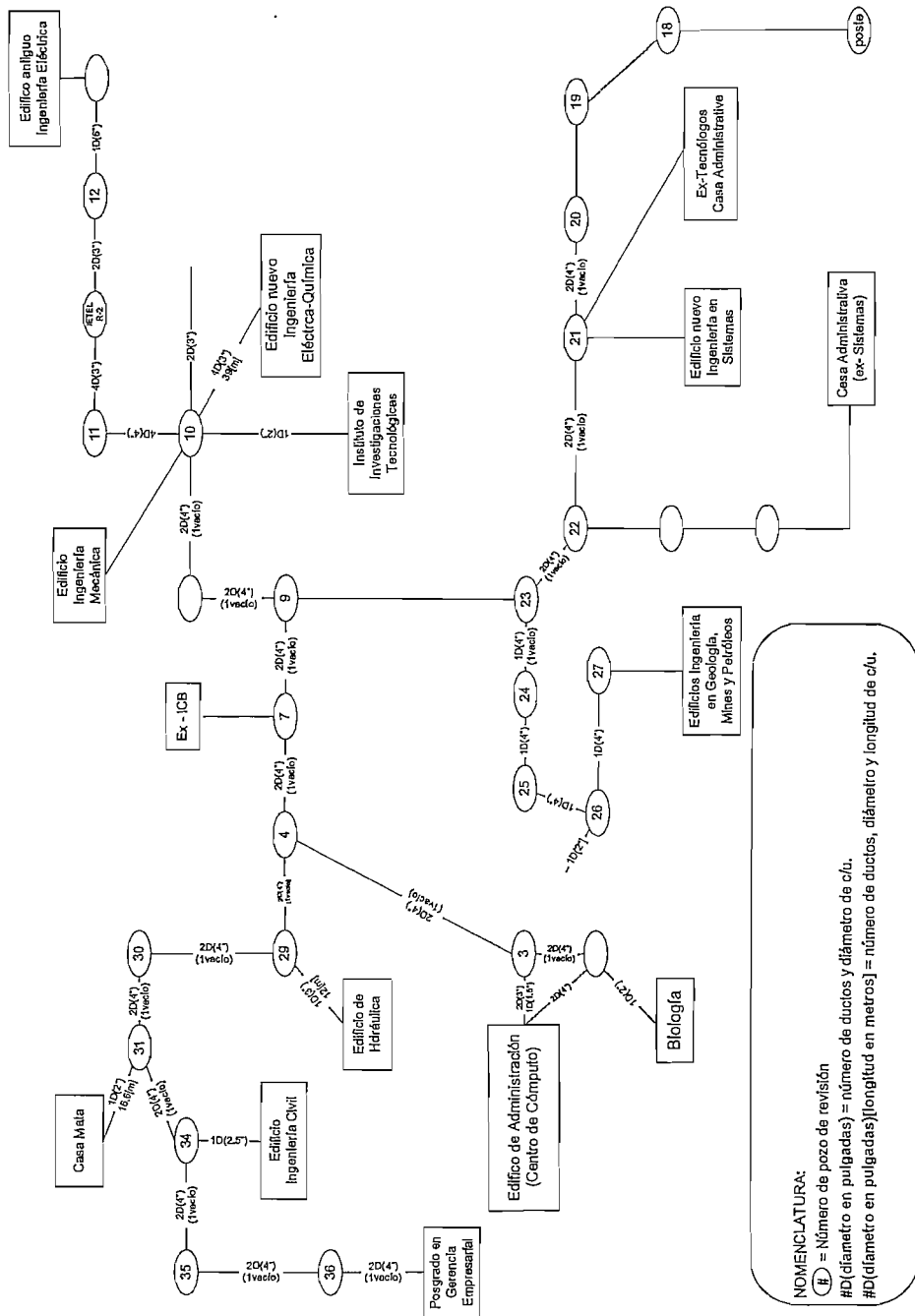


Figura 2.3 Ubicación de los pozos de revisión del tendido de fibra óptica de la EPN<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Fuente: Centro de Cómputo General.

Este diagrama permite tener una referencia para posibles tendidos de fibra, si el caso fuese necesario en el rediseño, tomando en cuenta si la capacidad de los ductos lo permite.

### 2.2.1.2 Enlaces Existentes en la red de campus

En la Tabla 2.1 se presentan ciertos datos importantes de cada uno de los enlaces: su longitud, el número de fibras ópticas utilizadas, información que no ha cambiado desde Marzo del 2001.

Enlace	Longitud [m]	Denominación del Enlace	# Fibras (conectorizadas, utilizadas)	Clase de Fibra Óptica	Fecha de Instalación
CC – E-Q	328	PRINCIPAL	16 Fibras (16,14)	62.5[m], Multimodo	Marzo/1995
E-Q – ESFOT	230	SECUNDARIO	8 Fibras(6,2)	62.5[m], Multimodo	Marzo/1995
E-Q – Proped.	251	SECUNDARIO	8 Fibras(6,2)	62.5[m], Multimodo	Marzo/1995
E-Q – Mecánica	76	SECUNDARIO	8 Fibras(6,2)	62.5[m], Multimodo	Marzo/1995
E-Q – Geología Minas y Petróleos	279	SECUNDARIO	8 Fibras(6,2)	62.5[m], Multimodo	Marzo/1995
E-Q – Aulas ESFOT	264	SECUNDARIO	8 Fibras(6,0)	62.5[m], Multimodo	Marzo/1995
E-Q – Eléctrica	134	SECUNDARIO	8 Fibras(6,2)	62.5[m], Multimodo	Marzo/1995
E-Q – I.I.T.	112	SECUNDARIO	8 Fibras(4,2)	62.5[m], Multimodo	Marzo/1995
E-Q – Sistemas	272.5	SECUNDARIO	12 Fibras(8,4)	62.5[m], Multimodo	Abril/1998
ESFOT – Casa de Profesores ESFOT	190	SECUNDARIO	6 Fibras(2,2)	62.5[m], Multimodo	Septiembre/1997
E-Q – Eléctrica	138	SECUNDARIO	8 Fibras(6,2)	62.5[m], Multimodo	Abril/1998
CC – Biología	128	SECUNDARIO	8 Fibras(6,4)	62.5[m], Multimodo	Marzo/1995
CC – Civil	312	SECUNDARIO	8 Fibras(6,2)	62.5[m], Multimodo	Marzo/1995
CC – Hidráulica	187	SECUNDARIO	8 Fibras(6,2)	62.5[m], Multimodo	Marzo/1995
Civil – EPCAE	154	SECUNDARIO	8 Fibras(6,2)	62.5[m], Multimodo	Marzo/1995
Hidráulica – Casa Mata	85	SECUNDARIO	8 Fibras(6,2)	62.5[m], Multimodo	Marzo/1995

**Tabla 2.1** Enlaces de Fibra Óptica a Diciembre del 2003.

Luego de visitar la mayoría de los puntos de llegada de la fibra óptica en las dependencias denotadas en la Figura 2.1, se pudo constatar que el tipo de conector utilizado en las fibras es del tipo ST (Straight Tip), del fabricante Alcatel,

---

utilizado tanto para conectarse a los *patch panel* en cada dependencia, así como al *IBM Route Switch*.

Las características de la fibra óptica instalada inicialmente por Alcatel se pueden observar en el anexo B, mientras que las características que se encontraron en Proyectos de Titulación anteriormente realizados<sup>5</sup> de los nuevos enlaces son las siguientes:

**Fabricante:** N/D

**Diámetro cubierta:** 125 [ $\mu\text{m}$ ]

**Diámetro interior:** 62.5 [ $\mu\text{m}$ ]

**Tipo de Fibra:** Multimodo

### 2.2.2 ELEMENTOS ACTIVOS DE LA POLIRED

Dentro de la configuración de la Polired se han encontrado diferentes tipos de elementos activos: convertidores de medio 10BASE FL-10BASE T (y viceversa), conmutadores IBM, HP, CNET, 3Com, *INTEL*, *NEW LINK*, ruteadores Cisco, *Hubs* 3Com, *Cabletron*, SOHO, *Genius*, *Magitronic*, entre otros, distribuidos en las distintas dependencias de la Escuela, sin la organización adecuada.

En el Centro de Cómputo General se tiene cinco servidores con sistemas de respaldo de energía, que brindan los principales servicios de red, como *web*, correo electrónico, filtrado de direcciones (URL) y bases de datos, los cuales actualmente se encuentran subutilizados, principalmente por la falta de mantenimiento y actualización de las bases de datos y del hardware.

---

<sup>5</sup> Fuente: Proyecto de Titulación "Rediseño de la red de Campus de la Escuela Politécnica Nacional", realizado por Diego Witte y Ramón Valdéz.

### 2.2.2.1 Convertidores de Medio 10BASE-FL A 10BASE-T

Son elementos de hardware que se encuentran ubicados en las dependencias de la EPN a los cuales llegan los enlaces tanto principal como secundarios de fibra óptica en los que se requiere cambiar de medio de transmisión (fibra óptica a UTP, o viceversa). Los convertidores de medio limitan el tráfico a 10 Mbps en todos los enlaces que se utilizan.

La tabla 2.2 muestra la cantidad de convertidores de medio por dependencia en la EPN. Las especificaciones de dichos dispositivos se pueden observar en el anexo B.

EDIFICIO	CANTIDAD
Ingeniería Eléctrica	2
Ingeniería Eléctrica-Química	2
Instituto de Investigaciones Tecnológicas	1
Ingeniería en Sistemas	1
Escuela de Formación Tecnológica	3
Ingeniería en Geología Minas y Petróleos	1
Ingeniería Mecánica	1
Edificio del Propedéutico	1
Edificio de Administración	3
Ingeniería Civil	1
Hidráulica	2
Casa Mata	1
EPCAE	1
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>

**Tabla 2.2** Ubicación de los convertidores de Medio

### 2.2.2.2 Servidores de Red

El Centro de Cómputo de la EPN, alberga actualmente cinco Servidores conectados a la red de Campus y cuyas características técnicas se detallan a continuación, en la Tabla 2.3:

SERVIDOR	TIPO DE PROCESADOR	SISTEMA OPERATIVO	TARJETA DE RED	MEM RAM [MB]	DATOS DE RED	
					IP	
Base de Datos para Tesis	Pentium 500 MHz	Windows 95	Genérica 10/100	32	IP	192.188.57.254
					MASK	255.255.255.240
					DNS	192.188.57.242
					GATEWAY	192.188.57.241
Monitoreo	Pentium III	Red Hat Linux 7.3	Thunder LAN; y, Genérica 10/100	128	IP	192.188.57.116
					MASK	255.255.255.240
					DNS	192.188.57.242
					GATEWAY	192.188.57.113
Filtro URL y DNS	Pentium III	Red Hat Linux 7.3	NE2000; y, Intel PRO/100	128	IP	192.188.57.115
					MASK	255.255.255.240
					DNS	192.188.57.242
					GATEWAY	192.188.57.114
Servidor de Correo	Pentium III	Red Hat Linux 7.3	Ethernet 10.	128	IP	192.188.57.242
					MASK	255.255.255.240
					DNS	192.188.57.242
					GATEWAY	192.188.57.241
Servidor de Páginas Web	SUN RISC 256 MHz	UNIX-SUN U30	Ethernet 10.	128	IP	192.188.57.244
					MASK	255.255.255.240
					DNS	192.188.57.242
					GATEWAY	192.188.57.241

**Tabla 2.3** Servidores alojados en el Centro de Cómputo General

Existen además varios servidores distribuidos en todo el Campus Politécnico, los cuales brindan diferentes tipos de servicios según la finalidad para la que fueron asignados. Entre los principales servidores de este tipo, se tienen los servidores que sirven al edificio de Sistemas, los servidores del edificio de Ingeniería Eléctrica.

### 2.2.2.3 Elementos Activos del Centro de Cómputo

Al ser éste el punto principal de la red de Campus, es importante mencionar los equipos ubicados en este punto de la red. El Centro de Cómputo, dispone de los siguientes elementos activos:

- El IBM Route Switch, dispositivo medular de la red.



- Un conmutador 3Com al cual se conectan los servidores ubicados en este punto.
- Cuatro *Hubs*, tres de los cuales se encuentran conectados al *Route Switch* y el restante se encuentra conectado al Conmutador 3Com.
- Un ruteador Cisco 2611, por el cual los usuarios acceden al Internet.
- Un Radio *Modem* RAD, este último para realizar el enlace con el proveedor de Internet.

Debido a que dispositivos tales como los servidores, el *Route Switch*, los *Hubs*, y el ruteador, deben estar operativos continuamente, se dispone de un sistema de respaldo de energía, mediante UPS (APC Smart UPS 2200), unidades de soporte de energía de 2 KW, que a su vez regulan el voltaje de salida hacia los dispositivos que se encuentran conectados a las mismas; dado el número de equipos conectados a este sistema, el tiempo máximo de respaldo que se tiene es de 30 minutos. La tabla 2.4 presenta un resumen de los dispositivos de red que se encuentran en el Centro de Cómputo de la EPN.

ELEMENTOS ACTIVOS	FABRICANTE MODELO	TIPO DE LAN QUE MANEJA	# PUERTOS (ocupados,libres)	SALIDA
HUB 1	CABLETRON MR9T	ETHERNET	( 3, 5)	ROUTE SWITCH
HUB 2	3 COM 3C16170	ETHERNET	( 8, 4)	ROUTE SWITCH
HUB 3	3 COM 3C16170	ETHERNET	( 7, 4)	ROUTE SWITCH
HUB 4	3 COM 3C16170	ETHERNET	( 4, 8)	SWITCH
SWITCH	3 COM OFFICE C.	ETHERNET	( 9, 7)	ROUTE SWITCH
ROUTER	CISCO 2611	LAN/WAN	( 2, 2)	HUB4,HUB1
ROUTE SWITCH	IBM 8274/W93	LAN/WAN	(16, 4)	
RADIO MODEM,	RAD			AL ISP

**Tabla 2.4** Principales dispositivos ubicados en el Centro de Cómputo

La configuración de los dispositivos anteriormente mencionados que forman parte del Closet de Telecomunicaciones se presenta en la Figura 2.4.

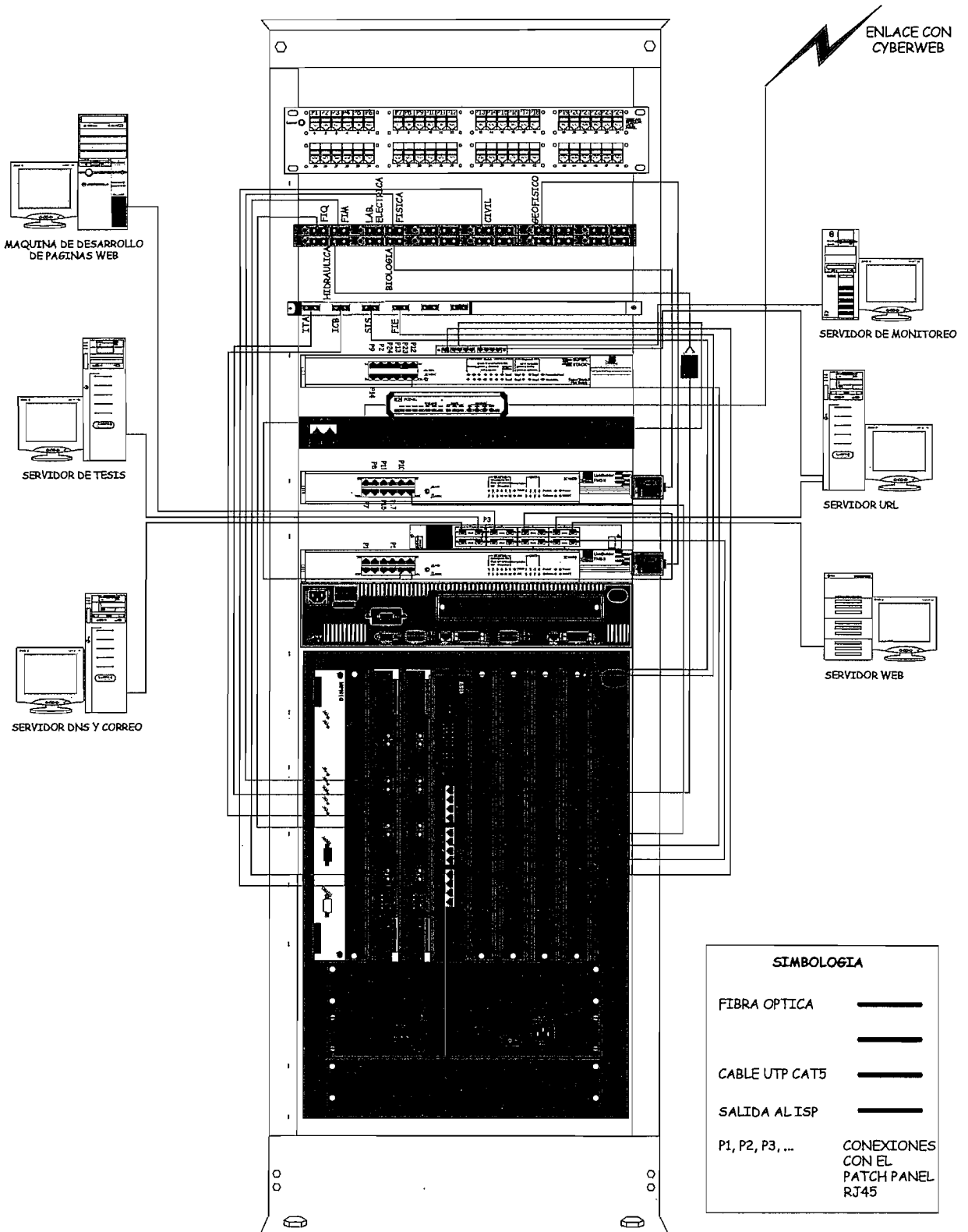


Figura 2.4 Closet de Telecomunicaciones en el Centro de Cómputo

---

## **2.3 ELEMENTOS DE RED EN LAS PRINCIPALES DÉPENDENCIAS DE LA ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**

Como resultado del levantamiento de red realizado en las principales dependencias de la Escuela, se presenta una evaluación de los elementos de red pasivos, cableado estructurado, y de los elementos activos que conforman las diferentes subredes existentes en la Escuela.

### **2.3.1 CABLEADO UTILIZADO EN LA POLIRED**

De entre las diferentes clases de cables existentes en el mercado, en la Polired se encontraron tres tipos de cables utilizados, que son:

- ⊙ Cable FTP
- ⊙ Cable UTP Categoría 5 y Categoría 5e
- ⊙ Cable coaxial sólido de banda base RG-58U de 50  $\Omega$ .

El cable FTP de cuatro pares apantallado, fue el cable utilizado por la empresa Alcatel en el año de 1995, para la implementación del cableado existente en edificios como el Administrativo, Ingeniería Civil, etc., y que en la actualidad no es utilizado en su totalidad.

El cable UTP de cuatro pares, categoría 5 y categoría 5e, de distintos fabricantes, es utilizado en la mayoría de las dependencias de la Escuela, debido a que es recomendado en las distintas normas de cableado para redes de datos, y es el más comercializado en el mercado.

El cable coaxial sólido de banda base RG-58U de 50  $\Omega$ , es utilizado únicamente en configuración 10Base-2, en la subred ubicada en el cuarto piso del edificio del Propedéutico.

---

### **2.3.2 EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

Este edificio está constituido por dependencias tanto académicas como administrativas. Se encuentran las coordinaciones de carreras de Electrónica y Telecomunicaciones, Electrónica y Control, Electrónica y Redes de Información, y de la carrera de Eléctrica, así como también la Dirección de la Escuela de Ingeniería y las Jefaturas de los Departamentos de Electrónica y Telecomunicaciones y las oficinas del CTTETRI (Centro de Transferencia y Desarrollo de Tecnología en Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Información). En cuanto a la parte académica, existen aulas, laboratorios y oficinas de profesores.

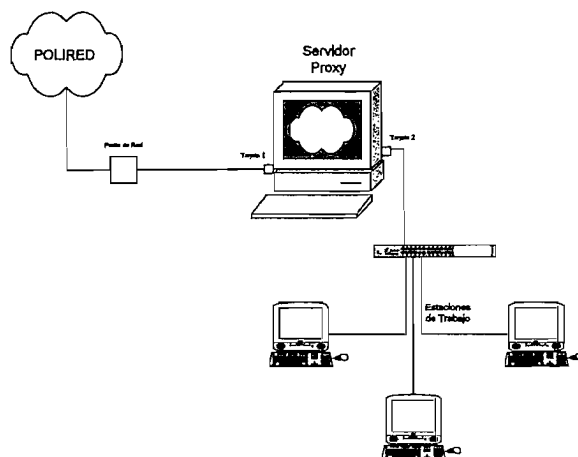
El edificio consta de cuatro pisos incluido el subsuelo. Posee cableado que cumple con las normas ANSI/EIA/TIA; dicho cableado abarca la mayoría de las áreas que componen el edificio, excluyendo dependencias creadas posteriormente a su desarrollo, así como también aulas, salas de sesiones, etc.

El edificio posee un cuarto de equipos ubicado en el tercer piso, lugar al cual llega el cableado de todos sus pisos.

El cableado vertical se compone de dos enlaces de fibra óptica provenientes del sexto y del tercer piso del edificio de Ingeniería Eléctrica – Química; cada uno de los enlaces utiliza dos hilos de fibra óptica que se encuentran debidamente conectorizados.

#### **2.3.2.1 Análisis de las redes de datos existentes**

Se han ido creado varias subredes en los distintos laboratorios, la mayoría de ellas se conectan a la Polired a través de un servidor Proxy, con la topología mostrada en la Figura 2.5. Existe además, una pequeña red formada por seis servidores ubicados en el cuarto de telecomunicaciones, los cuales brindan servicios de tele – educación (no difundido), servicio de buzón de correo y proxyficación de direcciones IP.



**Figura 2.5** Configuración Básica de un Servidor Proxy

Con esta configuración básica, existe la ventaja de que se evita que el tráfico generado por los hosts conectados a un *hub*, sea retransmitido a toda la red y por ende genere conflictos al ser considerado como "tráfico basura", limitando de esta forma el broadcast.

### 2.3.2.2 Dispositivos de red existentes

Debido a las subredes implementadas en los distintos laboratorios existentes en el edificio, el número de hosts en el mismo es alto, tal como se puede observar en la Tabla 2.5.

PISO	TIPO DE PROCESADOR						SISTEMA OPERATIVO						TARJETA DE RED	
	486	P I	P II o Celeron	P III o AMD	P IV	Otro	WIN 95	WIN 98	WIN 2000	WIN XP	WIN Me	WIN XP/LINUX		Otro
Tercero	2	5	1	8	22	2	2	8	1	6	2	19	2	40
Segundo		1	2	4	3		1	4	4		1			9
Primero		4	4	4	2		2	9	2	1				14
Subsuelo	1	1	10	1			2	5	6					12
TOTAL	3	11	17	17	27	2	7	26	13	7	3	19	2	75
	77													

**Tabla 2.5** Hosts en el edificio de Ingeniería Eléctrica

Un dato muy interesante es el número de hosts que poseen tarjeta de red: 96% del total. En cuanto a tecnología, la gran mayoría presenta características adecuadas para su correcto funcionamiento sin descartar un pequeño porcentaje que necesita ser reemplazado o actualizado.

En la Tabla 2.6 se presentan los servidores existentes en el edificio; cabe resaltar que dichos servidores no trabajan al cien por ciento y de manera adecuada, como por ejemplo el servidor de tele educación.

PISO	TIPO DE PROCESADOR			SISTEMA OPERATIVO			
	P II ó Celeron	P III	P IV	WIN 98	WIN 2000	WIN NT	LINUX
Tercero	3	3			3	1	2
Segundo	1	1	1	1	2		
Primero	1	1		1	1		
Subsuelo	2			1	1		
TOTAL	7	5	1	3	7	1	2
	13						

**Tabla 2.6** Servidores en el edificio de Ingeniería Eléctrica

En cuanto a elementos activos existentes en el edificio, proveen conectividad a la gran mayoría de los hosts que lo requieran. La presencia de conmutadores es importante debido a que estos dispositivos ayudan a mejorar el rendimiento de la red, evitando colisiones e incrementando la eficiencia de la red.

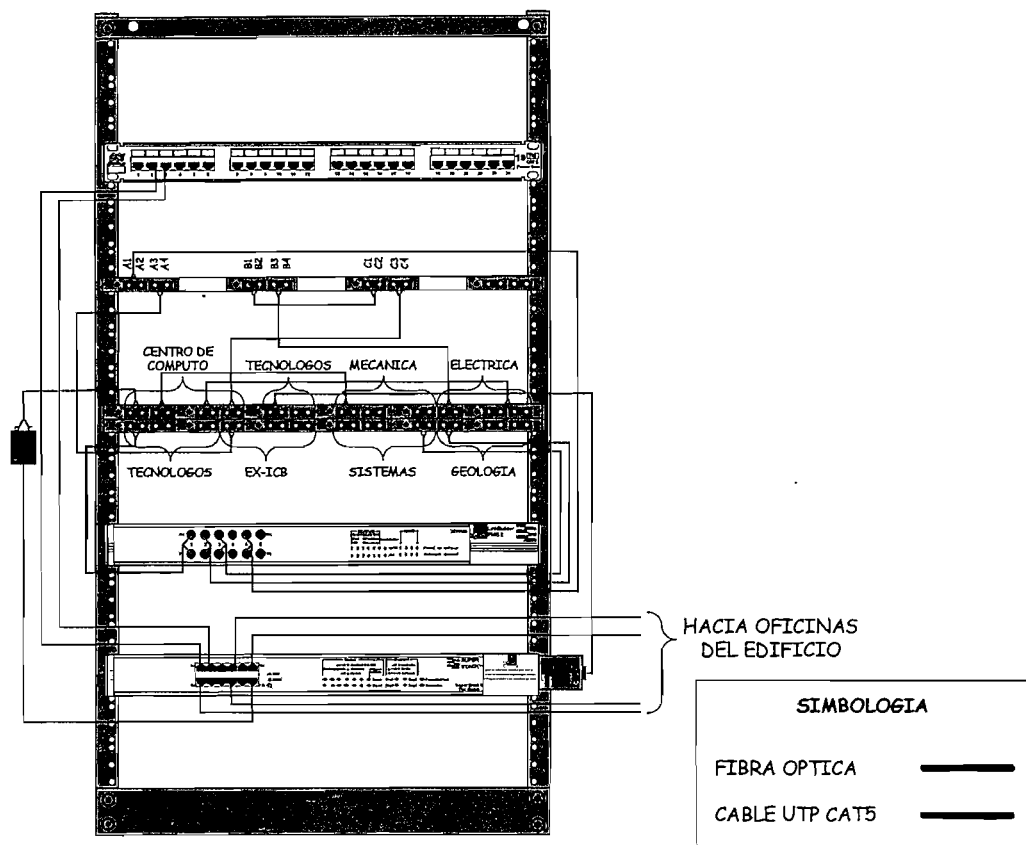
La Tabla 2.7 presenta un resumen del número de equipos activos en el edificio de Ingeniería Eléctrica.

PISO	ELEMENTO ACTIVO											
	CONVERTIDOR DE MEDIO	HUB						CONMUTADOR				
		Intel	IBM	3com	D-Link	Eicore	Genius	New Link sys	Intel	IBM	HP	CNET
Tercero	2	1		1	1		1	1	1	2	1	1
Primero			1					1				
Subsuelo						1		1				
TOTAL		1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1
	2	9						5				

**Tabla 2.7** Elementos activos en el edificio de Ingeniería Eléctrica

### 2.3.3 EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA - QUÍMICA

El edificio consta de siete pisos, cada uno de los cuales se encuentra dividido en dos partes: la parte norte para las carreras de Ingeniería Electrónica y Eléctrica; y la parte sur donde funcionan las dependencias de la carrera de Ingeniería Química. Si bien el edificio es nuevo en comparación con otras edificaciones, posee cableado estructurado en todos sus pisos, únicamente en la parte norte, utilizada por las carreras de Ingeniería Electrónica y Eléctrica; inclusive existen áreas que no se han terminado de construir, como lo son ciertos laboratorios para la carrera de Ingeniería Química. El cableado del edificio, realizado con cable UTP Categoría 5, abarca principalmente las dependencias de Ingeniería Electrónica y Eléctrica. El cableado del Laboratorio de Informática, ubicado en el sexto piso del edificio es independiente del cableado del edificio. Existen dos enlaces de fibra óptica entre los edificios de Ingeniería Eléctrica. e Ingeniería Eléctrica – Química. En el tercer piso, en la parte de Química, se encuentra la llegada del *backbone* principal de fibra proveniente del Centro de Cómputo ubicado en el edificio de Administración, así como los enlaces secundarios provenientes de cada una de las dependencias de la parte norte del Campus, como se mostró en la Figura 2.2. En la Figura 2.6 se presenta un diagrama del armario de telecomunicaciones ubicado en el tercer piso de este edificio.



**Figura 2.6** Armario de telecomunicaciones en el tercer piso del edificio de Ingeniería Eléctrica – Química. .

Este punto de la red de Campus es considerado como uno de los más importantes, ya que es donde se concentra todo el tráfico proveniente de las dependencias de la parte norte del Campus.

En la parte de Química existen tendidos de cable UTP categoría 5, se concentran en el Centro de Cómputo de Ingeniería Química, ubicado en el tercer piso, provenientes de las áreas Administrativas de la carrera, ubicadas en este edificio.

### 2.3.3.1 Análisis de redes de datos existentes

Debido a la gran cantidad de estudiantes en las Carreras de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Control, Redes e Ingeniería Eléctrica, fue necesaria la implementación de nuevas salas de computación en el Laboratorio



de Informática ubicado en el sexto piso del edificio, con lo que se consiguió llegar a un número aproximado de cien hosts; por tal razón, las principales subredes existentes en el edificio son las que se encuentran en este laboratorio, utilizando un servidor *proxy* para conectarse a la Polired; es importante señalar que este laboratorio pertenece al CTTETRI. Otra subred en el edificio es la del tercer piso en el lado de Ingeniería Química, con once hosts, que si bien es un número bajo, ha podido abastecer de cierto modo a los estudiantes de esta carrera.

La tabla 2.8 presenta un resumen de la cantidad de hosts existentes en el edificio de Ingeniería Eléctrica – Química.

PISO	TIPO DE PROCESADOR							SISTEMA OPERATIVO						TARJETA DE RED	
	386	486	P I	P II o Celeron	P III o AMD	P IV	Otro	DOS	WIN 95	WIN 98	WIN 2000	WIN XP	WIN Me		WIN XP / LINUX
Séptimo	1				2		1	1		1		1			3
Sexto	1	1	17	42	24	24		2	2	17	12	63	1	13	106
Quinto			3		2				3	1			1		4
Cuarto		1				1			1				1		2
Tercero					15					7	7		1		15
Segundo			1	1	4	1	1		1	5	1		1		8
Primero	1	3	2		1	1	2	2	5	3					7
Planta Baja			2	1	1	2			1	4	1				4
TOTAL	3	5	25	44	49	29	4	5	13	38	21	64	5	13	
	159														149

**Tabla 2.8** Hosts en el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química.

La Tabla 2.9 presenta la cantidad de servidores existentes en el edificio, donde se puede apreciar que la mayoría se encuentran dando servicio únicamente a los hosts del Laboratorio de Informática, constituyéndose un punto importante de la red dado el número de hosts y la cantidad de tráfico que se genera.

PISO	TIPO DE PROCESADOR			SISTEMA OPERATIVO		
	P II 6 Celeron	P III	P IV	WIN 2000	WIN XP	LINUX
Sexto	1		3	1	2	1
Tercero		1	1	1	1	
Primero		1		1		
TOTAL	1	2	4	3	3	1
	7					

**Tabla 2.9** Servidores en el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química.

### 2.3.3.2 Dispositivos de red existentes

El Laboratorio de Informática ubicado en el sexto piso del edificio, que pertenece al CTTETRI, abarca la gran mayoría de dispositivos de red, utilizados para interconectar las cinco salas que lo conforman, así como también varias oficinas que disponen de conexión hacia esta zona del edificio.

Para la parte de Ingeniería Química, existen elementos activos en el Centro de Cómputo, lugar central al que llegan las conexiones de red de las dependencias administrativas de Química ubicadas en este edificio.

La tabla 2.10 muestra un resumen de la ubicación y del número de dispositivos de red que se encuentran instalados en el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química.

PISO	ELEMENTO ACTIVO							
	CONVERTIDOR DE MEDIO	HUB			CONMUTADOR			ROUTER
		3com	Encore	Otros	3com	CNET	Otros	
Sexto	1		2	8	1	3	1	
Tercero		3			1			
Segundo			1					

Primero			1				
Planta Baja				1			
TOTAL		3	4	9	1	1	3
	1	16		5		1	

**Tabla 2.10** Elementos activos en el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química.

### 2.3.4 EDIFICIO DE INGENIERÍA QUÍMICA

En las distintas áreas existentes en el edificio se desempeñan actividades principalmente académicas; se tienen laboratorios, aulas y salas de investigación. El edificio consta de tres plantas, lamentablemente es el menos equipado en cuanto a cableado de red se refiere. Esto se debe a que en el edificio no existe la llegada de ningún enlace secundario de fibra óptica ni de ningún tipo de cableado.

Según los administradores de la parte de la red en Ingeniería Química, esto se debe a la distancia entre el punto principal (Centro de Cómputo de Ingeniería Química ubicado en el edificio de Ingeniería Eléctrica – Química) y las dependencias ubicadas en el edificio de Ingeniería Química.

#### 2.3.4.1 Análisis de redes de datos existentes

En el edificio no existe ninguna red de datos. En pocas dependencias existen hosts, de los cuales la mayoría se encuentran obsoletos y necesitan ser reemplazados o actualizados.

#### 2.3.4.2 Dispositivos de red existentes

En la Tabla 2.11 se presentan los pocos hosts existentes en el edificio, a la vez que se puede observar el tipo de tecnología de dichos equipos.

PISO	TIPO DE PROCESADOR						SISTEMA OPERATIVO					TARJETA DE RED	
	386	486	P I	P II o Celeron	P III o AMD	Otro	DOS	WIN 95	WIN 98	WIN XP	WIN Me		
Primero	1	1		1	1	1	2	1	2			2	
Mezzanine					1				1				
Planta Baja			1		4			1		1	3	4	
TOTAL	1	1	1	1	6	1	2	2	3	1	3		
	11												6

**Tabla 2.11** Hosts en el edificio de Ingeniería Química

Dado que en el edificio no existen subredes, ni hosts con acceso a la Polired, no se encontró ningún elemento de interconectividad de red.

### 2.3.5 EDIFICIO DE METALURGIA

Metalurgia pertenece a la Carrera de Ingeniería Química, sus dependencias están equipadas gracias al aporte del BID – FUNDACYT, aquí se desarrollan actividades de investigación en sus laboratorios y se presta servicios a la comunidad.

Al ser una edificación relativamente nueva, no fue tomada en cuenta en la repartición de los enlaces secundarios de fibra óptica, razón por la que no se tiene acceso a la Polired, acceso que su Director reclama como necesario e indispensable. No posee cableado estructurado en sus dependencias.

#### 2.3.5.1 Análisis de redes de datos existentes

No se tiene ninguna red de datos, solamente existen hosts distribuidos en la mayoría de sus laboratorios, los mismos que requieren tener acceso a Internet para realizar Proyectos de Investigación.

### 2.3.5.2 Dispositivos de red existentes

Como se puede observar en la Tabla 2.12, la mitad de los hosts no poseen tarjeta de red, lo que constituye un limitante en una futura implementación de una red, mientras que tres de sus hosts deben ser reemplazados por ser actualmente de tecnología ya obsoleta.

PISO	TIPO DE PROCESADOR					SISTEMA OPERATIVO					TARJETA DE RED	
	486	P I	P II o Celeron	P III o AMD	P IV	DOS	WIN 98	WIN 2000	WIN XP	WIN Me		WIN NT
Primero	2	1	2	2	3	2	3	1	2	1	1	5
TOTAL	10										5	

**Tabla 2.12** Hosts en el edificio de Metalurgia

### 2.3.6 EDIFICIO DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

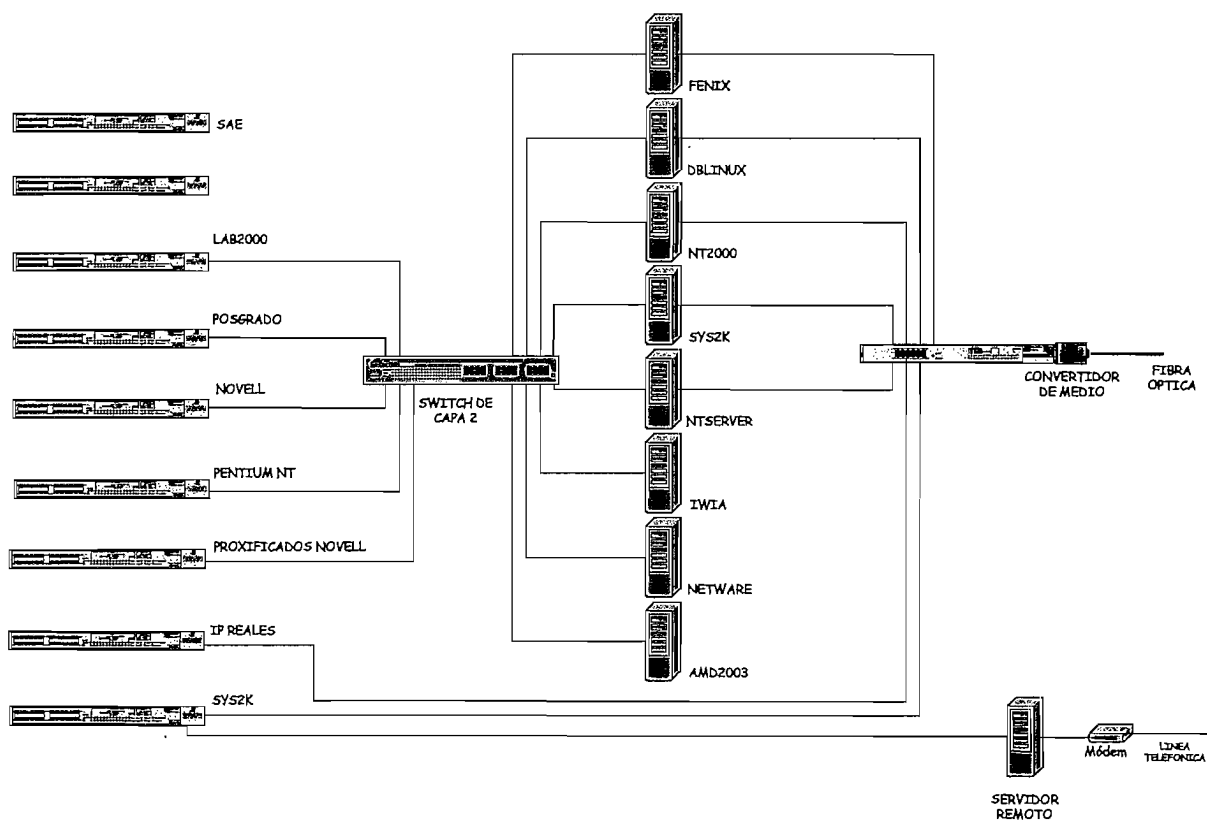
Este edificio está conformado por cinco pisos, en los que se encuentran ubicadas dependencias tanto administrativas como académicas. El primer piso del edificio es utilizado por Departamento de Bienestar Estudiantil, la Enfermería y la Librería de la Escuela, por tal razón es el segundo piso donde empiezan las instalaciones de la carrera de Ingeniería en Sistemas, con sus dependencias administrativas, aulas y laboratorios distribuidos en todos sus pisos.

Este edificio posee cableado estructurado en los pisos segundo, tercero y cuarto con cable UTP Categoría 5, lo que ha permitido una adecuada implementación de sus cinco laboratorios ubicados en el tercer piso.

En el tercer piso del edificio, existe la llegada del enlace de fibra óptica proveniente del edificio de Ingeniería Eléctrica – Química.

### 2.3.6.1 Análisis de redes de datos existentes

En el edificio, las principales redes, por cantidad de hosts, son las ubicadas en el tercer piso y pertenecen a los cinco laboratorios que posee la carrera; dichas redes se encuentran conectadas a la Polired a través de un banco de *hubs* interconectados en cascada, ubicados en el Centro de Cómputo en el cual existe además la red de servidores de la carrera. El diagrama de conexión que existe en el cuarto de servidores se lo presenta en la Figura 2.7.



**Figura 2.7** Diagrama de conexión del banco de hubs existente en el cuarto de telecomunicaciones del edificio de Sistemas

Otra red existente en el edificio es la que le pertenece a la Unidad de Sistemas de Información Geográfica (UNISEG) ubicada en el tercer piso.

### 2.3.6.2 Dispositivos de red existentes

Como se ha mencionado con anterioridad, en este edificio las redes existentes principalmente son las de los laboratorios del tercer piso, por tal razón en la Tabla 2.13 se puede observar la gran cantidad de hosts existentes en el tercer piso; el número de hosts perteneciente al UNISEG es de diez, los restantes sirven para el uso de estudiantes y autoridades.

La gran mayoría de hosts tienen aún condiciones para ser utilizados por estudiantes, profesores y personal administrativo; sin embargo, una vez más cabe resaltar que un pequeño porcentaje de las mismas debe ser reemplazado para mejorar el desempeño de las aplicaciones que se ejecutan en las mismas. De la Tabla 2.13 se deduce que cerca del 98 % de los hosts poseen su respectiva tarjeta de red.

PISO	TIPO DE PROCESADOR					SISTEMA OPERATIVO							TARJETA DE RED
	486	P I	P II o Celeron	P III o AMD	P IV	WIN 95	WIN 98	WIN 2000	WIN XP	WIN Me	WIN NT	WIN 2000 / LINUX	
Tercero	10	13	16	36	22		6	36		4	33	18	97
Segundo		2	3	2	2	1	3	2	2		1		8
Primero	1	1	16	1		2	3	14					16
TOTAL	11	16	35	39	24	3	12	52	2	4	34	18	
	125											121	

**Tabla 2.13** Hosts en el edificio de Ingeniería en Sistemas

La Tabla 2.14 presenta un resumen de la cantidad de servidores existentes en el edificio de Ingeniería en Sistemas.

PISO	TIPO DE PROCESADOR			SISTEMA OPERATIVO				
	P II ó Celeron	P III	P IV	WIN 98	WIN 2000	WIN Me	LINUX	Otro
Tercero	6	2	2	1	4	1	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>							

**Tabla 2.14** Servidores en el edificio de Ingeniería en Sistemas

El grupo de *hubs* que recibe la conexión de los hosts de los cinco laboratorios ubicados en este edificio, debería ser sustituido por conmutadores, para mejorar tanto el rendimiento de la red interna del edificio como de la Polired en general. La Tabla 2.15 presenta el número de elementos de interconectividad en el edificio de Ingeniería en Sistemas.

PISO	ELEMENTO ACTIVO				
	CONVERTIDOR DE MEDIO	HUB		CONMUTADOR	
		3com	Otros	3com	Otros
Tercero	1	11			1
Segundo			1		
Primero				1	
<b>TOTAL</b>		11	1	1	1
	<b>1</b>	<b>12</b>		<b>2</b>	

**Tabla 2.15** Elementos Activos existentes en el edificio de Ingeniería en Sistemas

### 2.3.7 EDIFICIO DE INGENIERÍA MECÁNICA

La carrera de Ingeniería Mecánica utiliza un área comprendida por un edificio de cuatro plantas, una extensión donde se encuentran laboratorios principalmente y la planta baja del edificio del Propedéutico. La parte administrativa de la carrera



se encuentra ubicada en el segundo piso del edificio principal. En este edificio no existe ninguna clase de cableado estructurado, por el contrario, solamente existen tendidos de cable UTP categoría 5 que no cumplen con ninguna norma ni estándar.

Existe un enlace secundario de fibra óptica proveniente del tercer piso del edificio de Ingeniería Eléctrica-Química y que llega al segundo piso del edificio principal de la carrera, fibra óptica que luego de pasar por un convertidor de medio se conecta a un *hub* que es el que recibe todo el tráfico generado en el edificio.

### 2.3.7.1 Análisis de redes de datos existentes

Básicamente la única subred de datos en el edificio es la que corresponde al Centro de Cómputo de la carrera. Gracias al apoyo económico del estudiantado se ha podido mejorar esta subred, actualizando y reemplazando equipos obsoletos por nuevos.

### 2.3.7.2 Dispositivos de red existentes

La Tabla 2.16 muestra el número de hosts por piso en el edificio de Ingeniería Mecánica.

PISO	TIPO DE PROCESADOR					SISTEMA OPERATIVO						TARJETA DE RED
	486	P I	P II o Celeron	P III o AMD	P IV	WIN 95	WIN 98	WIN 2000	WIN XP	WIN Me	WIN NT	
Tercero			2	2	2		4		2			6
Segundo	1		3	14	6	1	15	1	7			24
Primero												
Planta Baja		1	3	1	3	1	3		3		1	7
Propedéutico			1	2	3				3	3		6
TOTAL	1	1	9	19	14	2	22	1	15	3	1	
	44											43

**Tabla 2.16** Hosts en el edificio de Ingeniería Mecánica

La gran mayoría de hosts se encuentran en el edificio principal, mientras que en laboratorios de la carrera su presencia es mínima. Un hecho favorable que se puede observar es la existencia de casi un 100% de hosts con tarjeta de red.

Para el momento en el que se realizó el levantamiento, no existía ningún servidor conectado a la Polired. De igual manera, uno de los dos *hubs* que existen en el Centro de Cómputo de la carrera no se encuentra habilitado, los demás elementos activos que existen en el edificio se presentan en la Tabla 2.17.

PISO	ELEMENTO ACTIVO							
	CONVERTIDOR DE MEDIO	HUB					CONMUTADOR	
		Intel	3com	Eicare	Magitronic	Genios	Otros	QNET
Tercero					1			
Segundo	1		1	1	2		1	
Planta Baja					1			1
Propedéutico		1						
TOTAL		1	1	1	3	1	1	1
	1	8					2	

**Tabla 2.17** Elementos activos existentes en el edificio de Ingeniería Mecánica

### 2.3.8 EDIFICIO DEL PROPEDÉUTICO

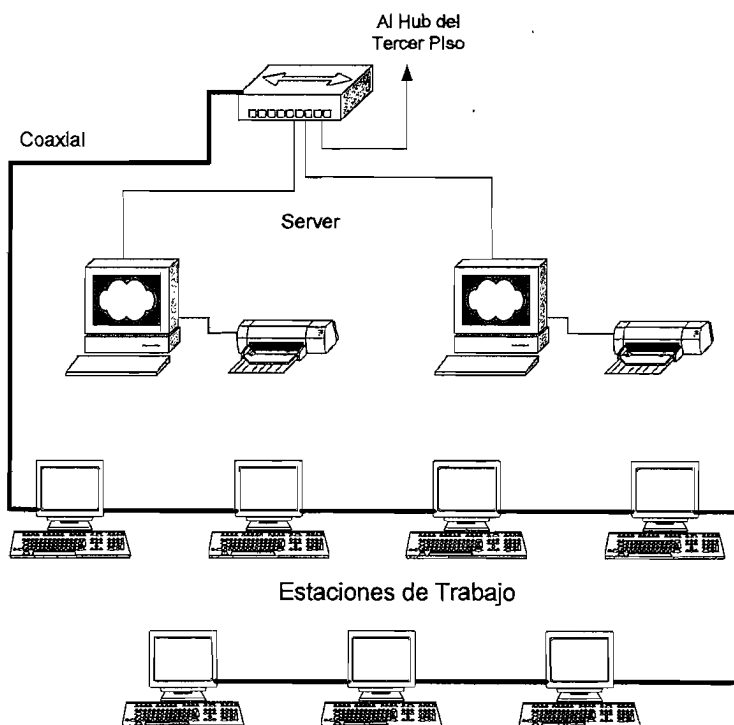
Este edificio está formado por seis pisos, de los cuales dos son compartidos con la carrera de Ingeniería Mecánica. En el tercer piso se encuentran ubicadas dependencias administrativas, y lo restante del edificio lo conforman aulas y oficinas de profesores.

En el tercer piso existe la llegada de un enlace secundario de fibra óptica proveniente del tercer piso del edificio de Ingeniería Eléctrica - Química.

### 2.3.8.1 Análisis de redes de datos existentes

Básicamente las redes existentes en el edificio son las formadas en dos laboratorios, una en el cuarto piso y otra en el tercero, y la red que conforman los distintos hosts de la parte administrativa del edificio que poseen acceso al *Internet* a través de la Polired.

La red de datos del Laboratorio de Computación, ubicado en el cuarto piso del edificio, utiliza una configuración lógica y física tipo bus, 10Base-2 con cable coaxial RG-58U, como se puede observar en la Figura 2.8, mientras que la red del tercer piso es 10Base-T con cable UTP categoría 5.



**Figura 2.8** Configuración de la red del Laboratorio del cuarto piso del edificio Propedéutico

### 2.3.8.2 Dispositivos de red existentes

Los hosts que existen en el edificio se presentan en la Tabla 2.18, de las cuales, un gran porcentaje son actualmente de tecnología obsoleta, lo que dificulta un

- En el tercer piso se tiene, la subred del Departamento Financiero, que abarca un gran número de hosts, y la subred del Departamento de Servicios Generales y Relaciones Institucionales.
- En el cuarto piso, en la dirección de Planificación existe una pequeña subred de datos.
- En el quinto piso, existen dos salas de computación que pertenecen a la ESFOT, cada sala posee quince hosts, los mismos que se encuentran conectados a través de *hubs* y un conmutador.
- En el sexto piso, existen dos salas que pertenecen a la carrera de Ciencias, la una con seis y la otra con doce hosts, todos conectados a un *hub* y a un conmutador.

### 2.3.11.2 Dispositivos de red existentes

El número de hosts existentes en el edificio es muy elevado, como se puede observar en la Tabla 2.25, cubren prácticamente la totalidad de las dependencias de este edificio.

PISO	TIPO DE PROCESADOR						SISTEMA OPERATIVO							TARJETA DE RED			
	386	486	P I	P II o Celeron	P III o AMD	P IV	Otro	DOS	WIN 95	WIN 98	WIN 2000	WIN XP	WIN Me		WIN NT	WIN / LINUX	
Octavo			1	5	4	1		1		6	2	2				10	
Séptimo		1		3	4	2			1	5		2	1	1		7	
Sexto			1	14	3	3			1	1	13				6	20	
Quinto			16	3	18				1	21					15	37	
Cuarto				2	1	3	2		2	5	1					8	
Tercero			1	7	10	5	1	1	2	10		4	1	6		23	
Segundo				2	2	2				3		2	1			6	
Primero		2	4	5	9	5		1	3	12	4	1	1	3		21	
Mezanine		1	4		1		2	2	2	4						5	
Planta Baja	1	1	1	6	2	2			7	4	1			1		13	
TOTAL	1	5	28	47	54	23	5	5	19	71	21	11	4	11	21		
	163																150

**Tabla 2.25** Hosts existentes en el edificio Administrativo

Los principales servidores de la Escuela se encuentran ubicados en el Centro de Cómputo General; además existen varios servidores que sirven únicamente a determinados usuarios en el edificio.

La Tabla 2.26 muestra en resumen la distribución de servidores en el edificio.

PISO	TIPO DE PROCESADOR				SISTEMA OPERATIVO					
	P I	P II ó Celeron	P III	P IV	WIN 95	WIN 2000	WIN XP	WIN NT	LINUX	Otro
Séptimo				1		1				
Sexto	1	1						1	1	
Quinto			4			3			1	
Tercero		1		1			1	1		
Segundo			1				1			
Primero			1	1		2				
Planta Baja			6		1	1			3	1
TOTAL	1	2	12	3	1	7	2	2	5	1
	18									

**Tabla 2.26** Servidores existentes en el edificio Administrativo

La Tabla 2.27 presenta un resumen del número de elementos activos distribuidos en el edificio Administrativo.

PISO	ELEMENTO ACTIVO								
	CONVERTIDOR DE MEDIO	HUB				CONMUTADOR			ROUTER
		3Com	Encore	Genius	Cabletron	Intel	3Com	Otros	
Octavo		1							
Séptimo		2							
Sexto			1					1	
Quinto		2						1	
Cuarto			1						
Tercero		3		1					
Segundo		1							
Primero		2				1			

Planta Baja	3	5			1		1		2
TOTAL		16	2	1	1	1	1	2	
	3	20			4			2	

**Tabla 2.27** *Elementos Activos existentes en el edificio Administrativo*

Los elementos activos que se presentan en la Tabla 2.27, son los existentes en el edificio, sin tomar en cuenta los que conforman el Centro de Cómputo, presentados anteriormente en la Tabla 2.4. La mayoría de los puertos en los elementos activos se encuentran actualmente ocupados.

### 2.3.12 EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL

Este edificio está conformado por ocho plantas, en las cuales existen dependencias tanto académicas como administrativas que corresponden a las carreras de Ciencias y de Ingeniería Civil; además, en el quinto piso se encuentra el Centro de Estudios para la Comunidad (CEC) y en el sexto piso está ubicado el Instituto Geofísico de la EPN.

El edificio no posee un adecuado cableado en la mayoría de sus dependencias, únicamente el CEC posee cableado que cumple con normas para sus laboratorios y para su red administrativa.

En el segundo piso, en la Secretaría General, se recibe el enlace secundario de fibra óptica proveniente del Centro de Cómputo y desde aquí sale otro enlace secundario hacia las dependencias del EPCA.E.

#### 2.3.12.1 Análisis de redes de datos existentes

En el edificio existen algunas subredes ubicadas en los distintos Laboratorios de Computación tanto de la carrera de Ciencias, como de Ingeniería Civil. Si bien el número de hosts es insuficiente para la cantidad de estudiantes de dichas carreras, éstos han podido entregar un servicio hasta cierto modo aceptable con aplicaciones *web* y acceso a Internet.

En el quinto piso se encuentra el CEC, centro que posee en sus instalaciones cuatro subredes, distribuidas en cada uno de sus laboratorios y en la parte administrativa del centro.

El sexto piso, el Instituto Geofísico posee su red de datos, y debido a que las actividades que en él se realizan son de interés nacional, tiene salida independiente a Internet, siendo independientes de la red de Campus, en el Instituto se tiene un punto de red Alcatel, utilizado ocasionalmente para la descarga de correo electrónico.

La Tabla 2.28 presenta el número de hosts existentes en el edificio de Ingeniería Civil.

PISO	TIPO DE PROCESADOR				SISTEMA OPERATIVO						TARJETA DE RED
	P I	P II o Celeron	P III o AMD	P IV	WIN 95	WIN 98	WIN 2000	WIN XP	WIN Me	WIN 2000 / LINUX	
Sexto				1				1			1
Quinto		26	28	10		20	24			20	64
Cuarto		2	34	7		2	38	3			43
Tercero	1	3	--	1	1	3		1			4
Segundo	4	5	3	1	4	5	1	2	1		7
Primero	1	1	3		1	2	2				5
Mezzanine	1	1	1		1	1			1		1
Planta Baja											
TOTAL	7	38	69	20	7	33	65	7	2	20	
	134										125

**Tabla 2.28** Hosts existentes en el edificio de Ingeniería Civil

Se puede observar que un buen porcentaje del total de hosts existentes en el edificio tiene su respectiva tarjeta de red.

### 2.3.12.2 Dispositivos de red existentes

Los elementos activos existentes en el edificio se presentan en la Tabla 2.29, los puertos de *hubs* y conmutadores del CEC permiten una posible expansión ya que no se encuentran saturados.

PISO	ELEMENTO ACTIVO				
	CONVERTIDOR DE MEDIO	HUB			CONMUTADOR
		3com	Genius	CNET	3com
Quinto		2		1	2
Cuarto			1		
Segundo	1	1			
Primero		1			1
TOTAL		4	1	1	3
	1	6			3

**Tabla 2.29** Elementos Activos existentes en el edificio de Ingeniería Civil

### 2.3.13 EDIFICIO DE HIDRÁULICA

Este edificio está destinado principalmente para la parte docente; además, en él se realiza investigación en Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental. El edificio consta de tres plantas en las que no existe cableado estructurado, únicamente existen tendidos de cable UTP que no cumplen norma alguna. En el segundo piso existe la llegada del enlace de fibra óptica proveniente del Centro de Cómputo. Además, de aquí sale el enlace secundario hacia la Casa Mata.

#### 2.3.13.1 Análisis de redes de datos existentes

En el edificio no existe ninguna subred, únicamente se tienen hosts conectados directamente a la Polired utilizados principalmente por profesores de la Escuela cuyas oficinas se encuentran ubicadas en esta edificación.



De fuente del Centro de Cómputo, se tienen asignadas ocho direcciones IP en el edificio y los hosts existentes en el mismo se concentran en un *hub*, al cual también se conecta el enlace de fibra óptica proveniente de la Casa Mata.

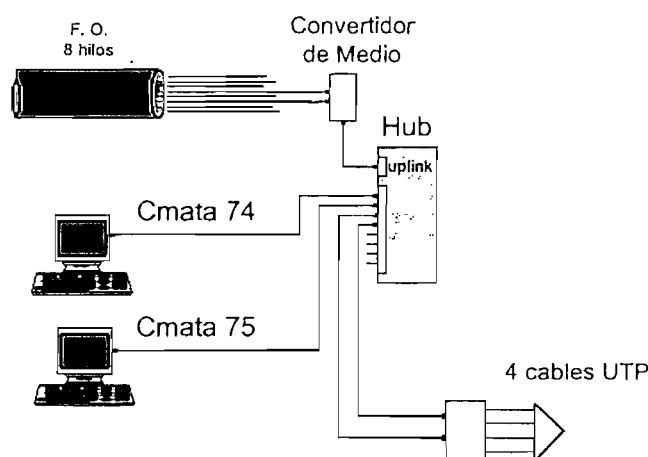
### 2.3.14 EDIFICIO CASA MATA

Las dependencias de este edificio son utilizadas para Investigación y para prestar servicios a la comunidad; en el edificio funcionan: el Departamento de Ciencias Nucleares y el Departamento de Aceleración de Partículas.

En estas dependencias al igual que en la mayoría de las que se ha analizado, no existe cableado estructurado, solamente se tienen la llegada del enlace secundario de fibra óptica proveniente del edificio de Hidráulica.

#### 2.3.14.1 Análisis de redes de datos existentes

En el edificio existe una pequeña red compuesta por un *hub* y dos hosts. Dicha red se la puede observar en la Figura 2.9.



**Figura 2.9** Llegada de Fibra Óptica a la Casa Mata

### 2.3.14.2 Dispositivos de red existentes

En la Tabla 2.30 se presentan los hosts existentes tanto en el Departamento de Ciencias Nucleares, así como también en el departamento de Aceleración de partículas, de las cuales solamente tres tienen acceso a la Polired. Los únicos elementos activos que existen en el edificio son el convertidor de medio y el *hub* presentado en el Figura 2.9. La Tabla 2.30 presenta un resumen de lo antes expuesto.

PISO	TIPO DE PROCESADOR		SISTEMA OPERATIVO		TARJETA DE RED
	486	P II o Celeron	WIN 95	WIN 98	
Primero	1	5	3	3	3
TOTAL	6				3

**Tabla 2.30** Hosts existentes en el edificio Casa Mata

### 2.3.15 EDIFICIOS DEL EPCAE

En estas dependencias se tienen áreas tanto académicas como administrativas, distribuidas en el edificio.

Una parte de la edificación la constituye una casa de dos pisos, posee cableado estructurado horizontal que abarca tanto oficinas como aulas. En el segundo piso se tiene la llegada del enlace de fibra óptica proveniente del tercer piso del edificio de Ingeniería Civil.

En la parte continua de la casa, de un piso, está la parte administrativa de Maestría en Gerencia Empresarial, de igual manera que la anterior, esta dependencia tiene cableado estructurado realizado hace muy poco tiempo.

### 2.3.15.1 Análisis de redes de datos existentes

En estas dependencias se tienen dos redes de datos, la primera abarca todos los puntos de datos en las distintas áreas del edificio como son aulas y oficinas; y la segunda es la existente en el laboratorio de computación.

La red del laboratorio está formada por veinticuatro hosts; sin embargo, el conmutador utilizado para la interconexión de las mismas posee únicamente dieciséis puertos, insuficientes para el número de hosts que posee dicho laboratorio.

### 2.3.15.2 Dispositivos de red existentes

Las dependencias del EPCAE cuentan con hosts con capacidades suficientes para las tareas que se desarrollan en el área, la Tabla 2.31 presenta un resumen de los mismos.

PISO	TIPO DE PROCESADOR				SISTEMA OPERATIVO			TARJETA DE RED
	P I	P II o Celeron	P III o AMD	P IV	WIN 98	WIN 2000	WIN XP	
Segundo			1	2	1	2		3
Primero		20	1	7	22	5	1	28
Planta Baja	2		1	2	3	2		5
TOTAL	2	20	3	11	26	9	1	
	36							36

**Tabla 2.31** Hosts existentes en el EPCAE

En el segundo piso se concentran la mayor cantidad de elementos activos existentes en el edificio, ya que es aquí donde se encuentra la llegada del cableado de fibra óptica proveniente del edificio de Ingeniería Civil; cada uno de estos elementos se los presenta en la Tabla 2.32.

PISO	ELEMENTO ACTIVO				
	CONVERTIDOR DE MEDIO	HUB		CONMUTADOR	
		3com	Encore	3com	D-Link
Segundo	1	1		1	
Primero			1	1	1
TOTAL		1	1	2	1
	1	2		3	

**Tabla 2.32** Elementos Activos existentes en el EPCAE

### 2.3.16 EDIFICACIONES DE LA ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA

La ESFOT está constituida por varias edificaciones, una básicamente está destinada para que en ella se desarrollen actividades académicas, y otra edificación donde se concentra la parte administrativa.

El área académica no posee ninguna clase de cableado estructurado, mientras que la edificación ocupada en su mayoría por dependencias administrativas tiene cableado estructurado que cumple con las normas internacionales; aquí se tiene la llegada del enlace secundario de fibra óptica proveniente del tercer piso del edificio de Ingeniería Eléctrica-Química. De estas edificaciones, los únicos hosts con acceso a la Polired se encuentran ubicados en la edificación administrativa.

#### 2.3.16.1 Análisis de redes de datos existentes

La única red que existe en la Escuela de Formación Tecnológica está ubicada en la edificación utilizada por las dependencias administrativas, cubre casi todas las zonas de la misma y posee cableado estructurado, que cumple con normas ANSI/EIA/TIA. En esta edificación, existe además la sala de Informática con un total de 20 hosts, para brindar acceso a la red a los estudiantes de la ESFOT. En las edificaciones adyacentes, se encontró una red del centro de cómputo que sirve a los estudiantes, con un número casi insignificante de hosts comparado con

la cantidad de estudiantes que existen en estas carreras. Únicamente un host dentro de esta aula tiene acceso a la red de Campus.

### 2.3.16.2 Dispositivos de red existentes

Las hosts existentes en la ESFOT, tanto en la edificación administrativa como en la sala de profesores, asociaciones de estudiantes, son los que se presentan en la Tabla 2.33.

PISO	TIPO DE PROCESADOR					SISTEMA OPERATIVO					TARJETA DE RED
	486	P I	P II o Celeron	P III o AMD	P IV	WIN 95	WIN 98	WIN 2000	WIN XP	WIN Me	
Edif. adminis.	2	5	2	2	20	7	2	2	20		29
Edif. adyac.		5	9	3	9	4	10	1	10	1	22
TOTAL	2	10	11	5	29	11	12	3	30	1	
	57										51

**Tabla 2.33** Hosts existentes en la ESFOT

En cuanto a servidores de red, actualmente ninguno es considerado un servidor de red; sin embargo, existen planes para poner en marcha un servidor en el Centro de Cómputo. La Tabla 2.34 presenta los elementos activos presentes en las dependencias que conforman las ESFOT.

PISO	ELEMENTO ACTIVO		
	CONVERTIDOR DE MEDIO	HUB	
		3com	Encore
Edif. Admin.	1	2	1
Edif. adyac.		1	
TOTAL		3	1
	1	4	

**Tabla 2.34** Elementos Activos existentes en la ESFOT

### **2.3.17 EDIFICIOS PROYECTOS BID-FUNDACYT**

Existen varias edificaciones en el Campus destinadas a los proyectos BID-FUNDACYT, en estas dependencias se desarrollan actividades de investigación, a la par que se presta servicios a la comunidad.

Las edificaciones de los mismos son construcciones nuevas, pero lamentablemente no poseen cableado estructurado. De todos los hosts existentes en estas edificaciones, solamente uno tiene acceso a la Polired.

Los proyectos BID-FUNDACYT a los que se tuvo acceso durante el levantamiento son los siguientes:

- ⊙ Departamento del Medio Ambiente.
- ⊙ Centro de Investigación Aplicada a Polímeros (CIAP).

#### **2.3.17.1 Análisis de redes de datos existentes**

En ninguna de las dos dependencias visitadas se encontró red de datos alguna, aisladamente se tienen hosts ubicados principalmente en los distintos laboratorios de los Centros, así como también en sus dependencias administrativas.

El CIAP tiene la intención de conectar en red sus hosts, pero debido a falta de presupuesto de la Universidad, no se ha podido lograr este objetivo.

#### **2.3.17.2 Dispositivos de red existentes**

En la Tabla 2.35 se presentan todos los hosts existentes en los dos centros BID-FUNDACYT visitados, de éstos, solamente uno tiene acceso a la Polired; se encuentra ubicado en el CIAP.

PISO	TIPO DE PROCESADOR					SISTEMA OPERATIVO				TARJETA DE RED
	P I	P II o Celeron	P III o AMD	P IV	Otro	DOS	WIN 95	WIN 98	WIN Me	
DEP. M. AMB.		1	1					2		2
CIAP	3	1	1	1	1	2	2	2	1	
TOTAL	3	2	2	1	1	2	2	4	1	
	9									2

**Tabla 2.35** Hosts existentes en los centros BID FUNDACYT

### 2.3.18 DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

En el edificio existen dependencias administrativas como laboratorios en donde se desarrollan actividades de investigación y se presta servicios a la comunidad. El edificio no posee cableado estructurado, únicamente existen tendidos de cable UTP categoría 5 que no cumplen norma alguna.

Existe tiene la llegada de un enlace de fibra óptica proveniente del tercer piso del edificio de Ingeniería Eléctrica - Química, gracias a lo cual la mayoría de hosts tienen acceso a la Polired.

#### 2.3.18.1 Análisis de redes de datos existentes

En este departamento existe una red conformada por ocho hosts, distribuidos a lo largo de todas sus dependencias, y un servidor, cuyo tráfico se concentra en un *hub*, en el que los puertos en su gran mayoría se encuentran ocupados.

#### 2.3.18.2 Dispositivos de red existentes

Los hosts existentes en estas dependencias se presentan en la Tabla 2.36,

PISO	TIPO DE PROCESADOR						SISTEMA OPERATIVO			TARJETA DE RED	
	486	P I	P II o Celeron	P III o AMD	P IV	Otro	DOS	WIN 95	WIN 98		WIN 2000
Primero	1	2	2	1	3	2	2	3	3	3	9
TOTAL	11									9	

**Tabla 2.36** Hosts en el Departamento de Alimentos y Biotecnología

Los elementos activos existentes en el edificio son: un *hub* y un convertidor de medio.

### 2.3.19 NIVELES DE TRÁFICO ACTUALES EN LA POLIRED

Para conocer los niveles de tráfico presentes en la Polired fue necesario realizar mediciones del mismo en cada uno de los puertos del *IBM route switch* y en cada subred de la Polired. Este trabajo fue desarrollado con la ayuda y colaboración presentada por el personal del Centro de Cómputo General.

Durante la última semana de octubre y la primera de noviembre del 2003, se efectuaron las mediciones, con la ayuda del *software Ethereal Network Protocol Analyzer*, tomando datos del tráfico existente en:

- La red en general,
- En cada subred y,
- En cada servidor *proxy* conocido.

Además, se tomaron medidas en cada puerto del *Route Switch IBM 8274* que recibe los enlaces de las distintas dependencias del Campus. Luego de tabular dichos datos se obtuvieron los siguientes resultados, mostrados en la Tabla 2.37:



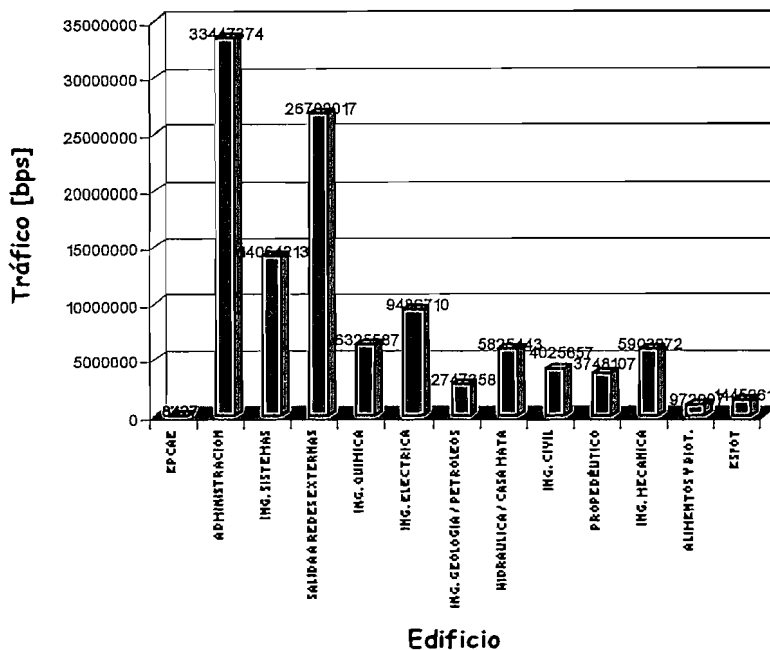
ÁREAS	TRAFICO PROMEDIO [bps]
EPCAE	20.064
ADMINISTRACION	79636.605
ING. EN SISTEMAS	33486.221
SALIDA A REDES EXTERNAS	63576.231
ING. QUÍMICA	38870.445
ING. ELÉCTRICA	22587.405
GEOLOGÍA / PETROLEOS	6541.329
HIDRÁULICA / CASA MATA	13870.102
ING. CIVIL	9584.898
EDIFICIO PROPEDEÚTICO	8924.064
ING. MECANICA	14057.076
ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA	2316.445
ESFOT	3441.098

**Tabla 2.37** Tráfico en las principales áreas de la EPN.

En la Tabla 2.37 se presenta de manera general la cantidad de tráfico existente en cada enlace que llega al *route switch* de cada una de las principales dependencias de la EPN, estos valores son el resultado de las tabulaciones realizadas a las medidas hechas durante las dos semanas antes mencionadas. Las mediciones del tráfico distribuido por capas, con sus respectivas aplicaciones, se lo puede observar en el anexo C.

En la Figura 2.10 se tiene una representación de dichos valores teniendo la mayor concentración de tráfico en el edificio Administrativo.

### Niveles de tráfico promedio existentes por dependencia



**Figura 2.10** Representación gráfica del tráfico real en las principales áreas de la EPN.

En la Tabla 2.38 se presenta una estimación del tráfico promedio por cada host en los diferentes enlaces, considerando el número total de hosts que tienen acceso a la Polired. Los valores de tráfico total de cada dependencia, mostrados en la Tabla 2.38, fueron obtenidos mediante mediciones realizadas con la ayuda del software *Ethereal Network Protocol Analyzer* en cada uno de los puertos del Route Switch ubicado en el Centro de Cómputo general de la EPN.

Estas estimaciones son el resultado de dividir el tráfico total para el número de hosts conectados a la Polired. Así por ejemplo,

$$\text{Eléctrica} = \frac{9486710}{127} = 74.70 \text{Kbps}$$

EDIFICIO	Hosts conectados a la Polired	Tráfico total [bps]	Tráfico por host [Kbps]
Ing. Eléctrica	127	9486710	74.70
Ing. Química	19	325587	17.14
Metalurgia	0	N/A*	N/A
Ing. Mecánica	25	5903972	236.16
Ing. en Sistemas	61	14064213	230.56
ESFOT	7	1445261	206.47
Edificio Propedéutico	10	3748107	374.81
Geología Minas y Petróleos	9	2747358	305.26
Abastecimientos	0	N/A	N/A
Administrativo	80	33447374	418.09
Ing. Civil	74	4025657	54.40
Hidráulica Casa Mata	9	5825443	647.27
EPCAE	8	8427	1.05
Proyectos BID	1	0	0
Alimentos y Biotecnología	8	972907	121.61

\* N/A: No existen mediciones para estas dependencias por no estar conectadas a la red de Campus.

**Tabla 2.38** Tráfico promedio generado por cada host en cada uno de los enlaces.

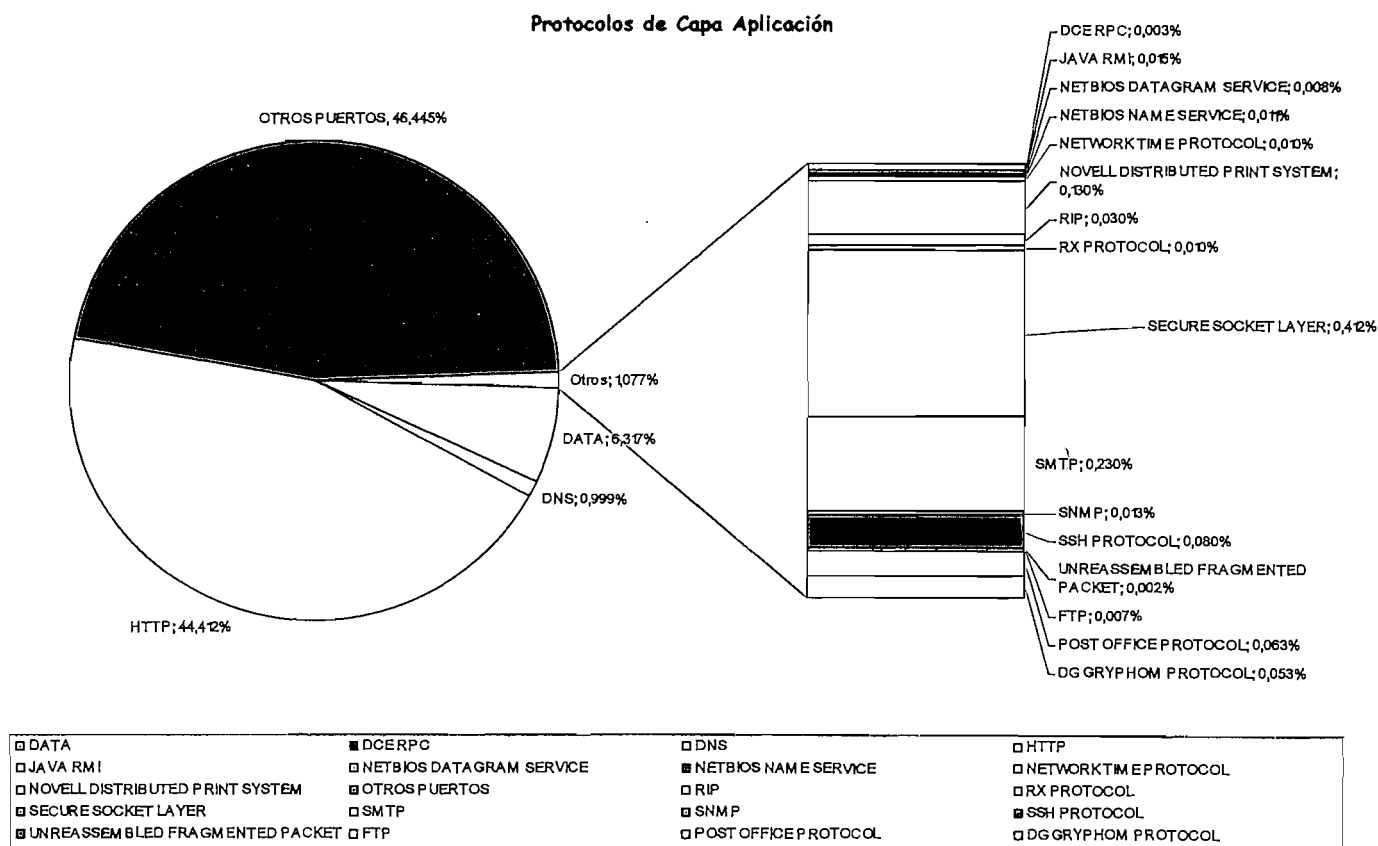
Se puede observar que el valor máximo de tráfico generado por cada host actualmente no supera los 700 Kbps.

### 2.3.19.1 Mediciones de Tráfico por aplicaciones

Existen diferentes aplicaciones utilizadas dentro de cada una de las dependencias que forman el Campus de la EPN, dependiendo de las tareas que se llevan a cabo dentro de las mismas.

La Figura 2.11 muestra las diferentes aplicaciones utilizadas dentro del Campus, obtenidas mediante las mediciones realizadas en los puertos del *Route Switch* ubicado en el Centro de Cómputo. Se puede observar claramente que la aplicación más utilizada se basa en el protocolo HTTP, lo que confirma que en la actualidad la red de Campus es utilizada principalmente para el acceso a páginas

web en el Internet. Otro gran porcentaje de datos, se basa en protocolos que utilizan puertos desconocidos, tal es el caso de descargas de archivos mediante programas de aceleración de descargas desde el Internet.



*Figura 2.11 Aplicaciones utilizadas dentro de la Polired*

## 2.4 RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA POLIRED A DICIEMBRE DEL 2003

Luego de haber analizado dependencia por dependencia lo referente tanto a elementos activos como pasivos de la red, es necesario realizar un resumen general de toda la red de Campus de la Escuela Politécnica Nacional.

En la Tabla 2.39 se presenta un resumen general de los hosts existentes en las principales dependencias de la Escuela Politécnica Nacional.

De un total de novecientos cuarenta hosts, el 92.37% tiene tarjeta de red, mientras que cerca de la mitad (47.71%) tiene acceso a la Red de Campus y por lo tanto al *Internet*.

EDIFICIO	TIPO DE PROCESADOR							SISTEMA OPERATIVO								TARJETA DE RED	CONECTADOS A LA POLIRED	TOTAL HOSTS	
	386	486	P I	P II o Celeron	P III o AMD	P IV	Otro	DOS	WIN 95	WIN 98	WIN 2000	WIN XP	WIN Me	WIN NT	WIN / LINUX				Otro
Ing. Eléctrica	0	3	11	17	17	27	2	0	7	26	13	7	3	0	19	2	75	38	77
Eléctrica-Química	3	5	25	44	49	29	4	5	13	38	21	64	5	0	13	0	149	108	159
Ing. Química	1	1	1	1	6	0	1	2	2	3	0	1	3	0	0	0	6	0	11
Metalurgia	0	2	1	2	2	3	0	2	0	3	1	2	1	1	0	0	5	0	10
Ing. Mecánica	0	1	1	9	19	14	0	0	2	22	1	15	3	1	0	0	43	25	44
Ing. en Sistemas	0	11	16	35	39	24	0	0	3	12	52	2	4	34	18	0	121	61	125
ESFOT	0	2	10	11	5	29	0	0	11	12	3	30	1	0	0	0	51	27	57
Edificio Propedéutico	0	4	21	3	3	5	0	0	21	9	0	4	1	1	0	0	35	10	36
Geología Minas y Petróleos	0	2	1	2	10	3	0	1	2	7	1	0	7	0	0	0	16	9	18
Abastecimientos	0	2	3	2	3	28	0	0	4	5	25	0	3	1	0	0	34	0	38
Administrativo	1	5	28	47	54	23	5	5	19	71	21	11	4	11	21	0	150	80	163
Ing. Civil	0	0	7	38	69	20	0	0	7	33	65	7	2	0	20	0	125	74	134
Hidráulica	0	0	1	1	1	3	0	0	0	2	0	2	2	0	0	0	6	6	6
EPCAE	0	0	2	20	3	11	0	0	0	26	9	1	0	0	0	0	36	8	36
Casa Mata	0	1	0	5	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	3	3	6
Proyectos BID	0	0	3	2	2	1	1	2	2	4	0	0	1	0	0	0	6	1	9
Alimentos y Biotecnología	0	1	2	2	1	3	2	2	3	3	3	0	0	0	0	0	9	8	11
<b>TOTAL</b>	5	40	133	241	283	223	15	19	99	279	215	146	40	49	91	2			<b>940</b>
	<b>940</b>															<b>870</b>	<b>458</b>		

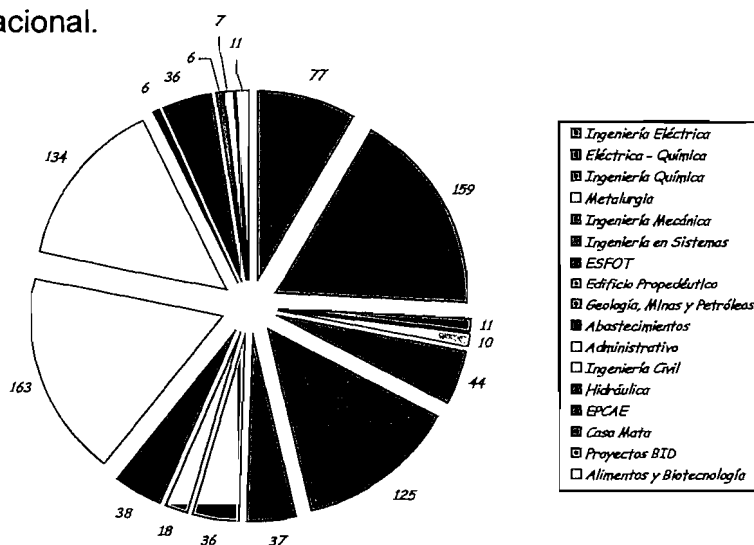
**Tabla 2.39** Hosts existentes en las principales dependencias de la EPN

La Tabla 2.40 muestra el porcentaje de hosts existentes en la Escuela según el tipo de procesador.

	Número de Hosts	Porcentaje
386	5	0.53%
486	40	4.27%
P I	133	14.18%
P II o Celeron	241	25.59%
P III o AMD	283	30.06%
P IV	223	23.77%
Otro	15	1.60%
TOTAL	940	100.00%

**Tabla 2.40** Porcentaje de hosts existentes en las principales dependencias de la EPN según su tecnología.

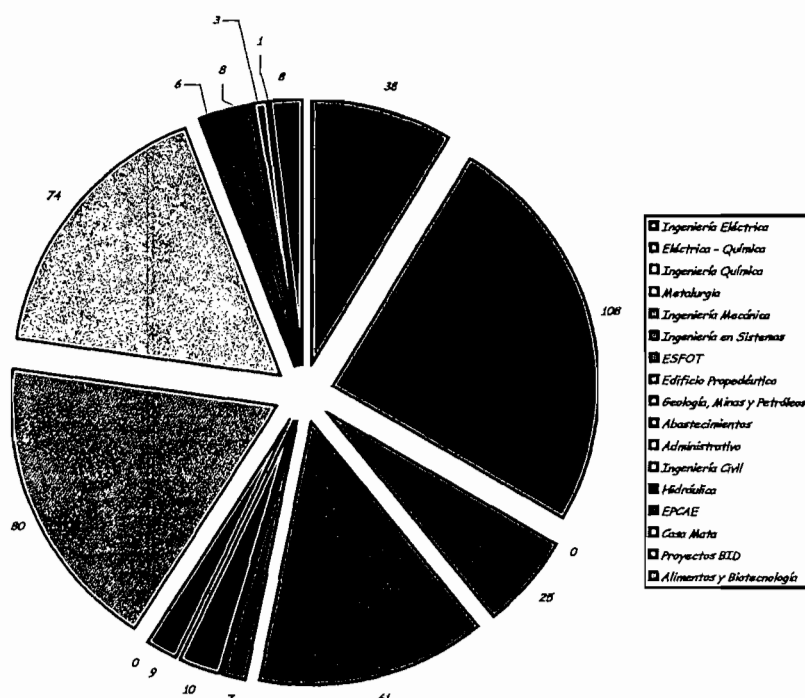
De la Tabla 2.40 se desprende que cerca de cuatrocientos dieciocho hosts, el 45% aproximadamente, necesitan ser reemplazados debido a que su capacidad de procesamiento no soporta las aplicaciones que se estiman serán utilizadas en las distintas dependencias de la Escuela, según los requerimientos de aplicaciones presentados en la sección 2.5.4.2 del presente Proyecto; el 55% restante, se puede considerar como hosts útiles, tomando en cuenta la realidad económica de la universidad pública, lo cual limita la capacidad de la EPN de realizar un cambio total de equipos. En la Figura 2.12 se puede observar cómo se encuentran distribuidos los hosts en las principales dependencias de la Escuela Politécnica Nacional.



**Figura 2.12** Hosts por dependencia

Los edificios con mayor concentración de hosts son: edificio Administrativo, Ingeniería Eléctrica-Química, Ingeniería Civil y el edificio de Ingeniería en Sistemas.

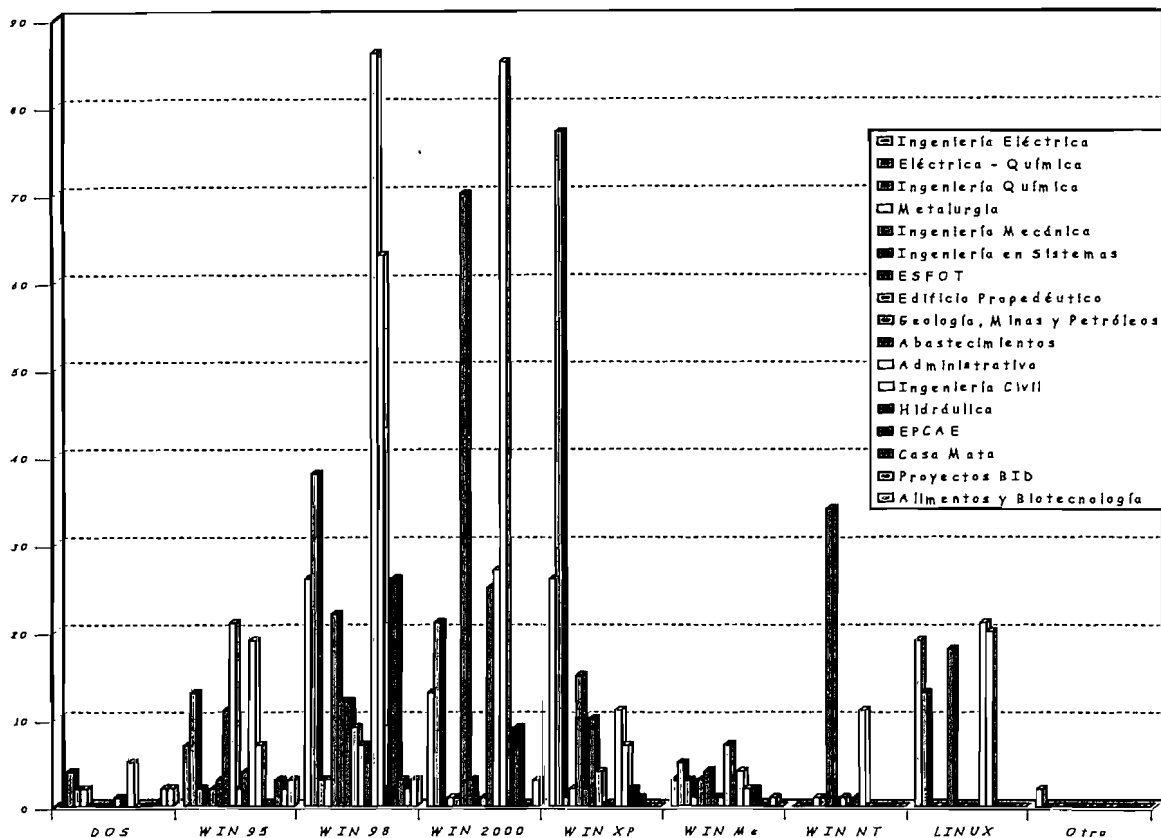
Esto se debe a que en dichos edificios existen laboratorios de computación con un alto número de hosts. En la Figura 2.13 presenta el porcentaje de hosts que tienen acceso a la Polired por dependencia.



**Figura 2.13** Hosts con Acceso a la Polired por Dependencia

De un total de cuatrocientos treinta y ocho hosts que tienen acceso a la Polired, el 23% se encuentra ubicado en el edificio de Ingeniería Eléctrica-Química.

En la Figura 2.14 se presenta el tipo de sistema operativo que manejan los hosts en cada dependencia.



**Figura 2.14** Hosts en cada dependencia clasificados por Sistema Operativo

A continuación, en la Tabla 2.41 se presentan los servidores ubicados en las principales dependencias de la EPN, clasificados por el tipo de procesador y por tipo de sistema operativo de manejan, de esta forma se puede conocer cuántos deberían ser reemplazados o actualizados.

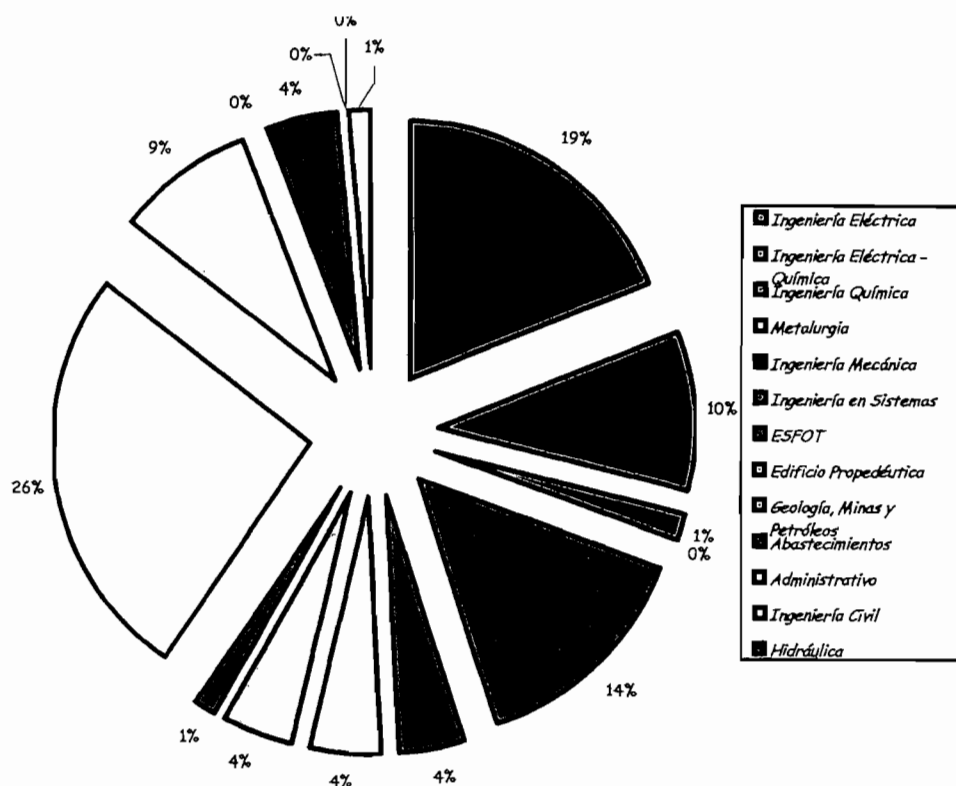
EDIFICIO	TIPO DE PROCESADOR					SISTEMA OPERATIVO								Total Por Edificio
	P I	P II ó Celeron	P III	P IV	Otros	WIN 95	WIN 98	WIN 2000	WIN XP	WIN NT	WIN Me	LINUX	Otro	
Ing. Eléctrica	0	7	5	1	0	0	3	7	0	1	0	2	0	13
Eléctrica-Química	0	1	2	4	0	0	0	3	3	0	0	1	0	7
Ing. Química	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Ing. En Sistemas	0	6	2	2	0	0	1	4	0	0	1	2	2	10
ESFOT	2	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	3
Edificio Propedéutico	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	3



Geología Minas y Petróleos	0	1	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
Abastecimientos	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Administrativo	1	2	12	3	0	1	0	7	2	2	0	5	1	18
Ing. Civil	0	3	3	0	0	0	0	1	1	3	0	1	0	6
EPCAE	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
Alimentos y Biotecnología	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>32</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>69</b>
	<b>69</b>													

**Tabla 2.41** Servidores existentes en las dependencias de la EPN.

En la Figura 2.15, 2.16 y 2.17 se presenta un resumen del número de servidores por dependencia, clasificados por sistema operativo y por tipo de procesador.



**Figura 2.15** Servidores por Dependencia

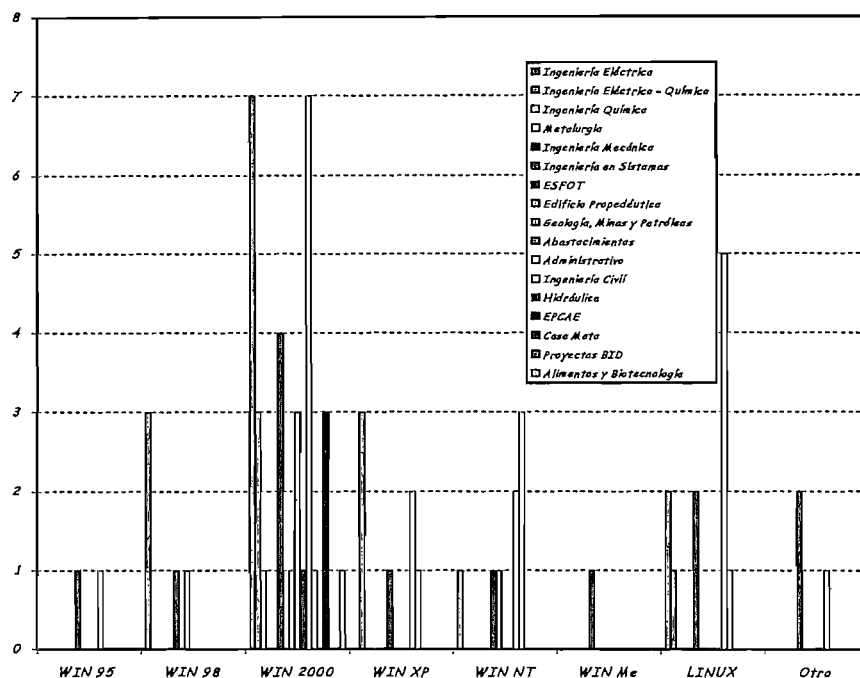


Figura 2.16 Servidores por Dependencia y por Tipo de Sistema Operativo

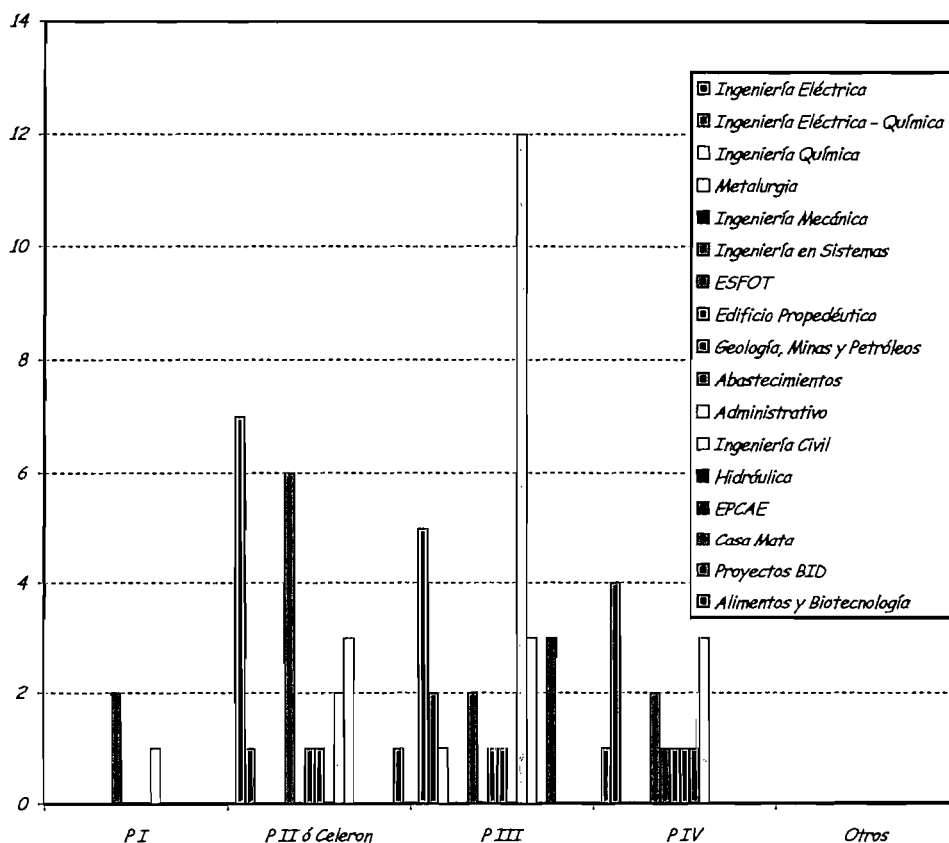


Figura 2.17 Servidores por dependencia y por tipo de Procesador

Cabe señalar que no todos los servidores se encuentran conectados a la Polired.

Finalmente, se presenta a continuación un análisis general de los elementos activos existentes en la Red de Campus de la EPN. La Tabla 2.42 presenta de manera general todos los elementos activos existentes en las principales dependencias de la Escuela, siendo predominantes los *hubs*.

EDIFICIO	ELEMENTOS ACTIVOS																				TOTALES				
	CONVERTIDOR DE MEDIO	HUB										CONMUTADOR									HUB TOTAL	CONMUTADOR TOTAL	ACTIVOS TOTAL		
		Intel	IBM	3com	D-Link	Encore	Magictronic	Genius	CNET	New Link sys	Cabletron	Otros	Intel	IBM	HP	3com	CNET	Magictronic	D-Link	Otros				Router	
Eléctrica	2	1	1	1	1	1	0	1	0	3	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	9	5	16		
Eléctrica - Química	1	0	0	3	0	4	0	0	0	0	0	9	0	0	0	1	1	0	0	3	16	5	23		
Mecánica	1	1	0	1	0	1	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	8	2	11		
Sistemas	1	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	12	2	15		
Ex Tecnólogos	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4		
Edificio Propedéutico	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4		
Geología Minas y Petróleos	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3		
Abastecimientos	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		
Administrativo	3	0	0	16	0	2	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	2	20	4	29		
Civil	1	0	0	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	6	3	10		
Hidráulica	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4		
EPCAE	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	1	2	3	7		
Casa Mata	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2		
Proyectos BID	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		
Alimentos y Biotecnología	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2		
<b>TOTAL</b>	17	2	1	45	3	12	3	4	1	3	1	11	2	2	1	9	3	1	1	6	86	25	132		
	17	86										25									4	132			
	132																								

**Tabla 2.42** Elementos activos en las principales dependencias de la EPN

La Figura 2.18 presenta la distribución de *hubs* en las principales dependencias de la EPN. Como se puede observar, en el edificio de Sistemas, existe un gran número de *hubs*, esto debido al banco de *hubs* que posee dicha dependencia en

el tercer piso y que recibe todo el tráfico de sus laboratorios. En el edificio Administrativo se encuentra la mayor cantidad de estos dispositivos; sin embargo, estos se hallan distribuidos en todos sus pisos.

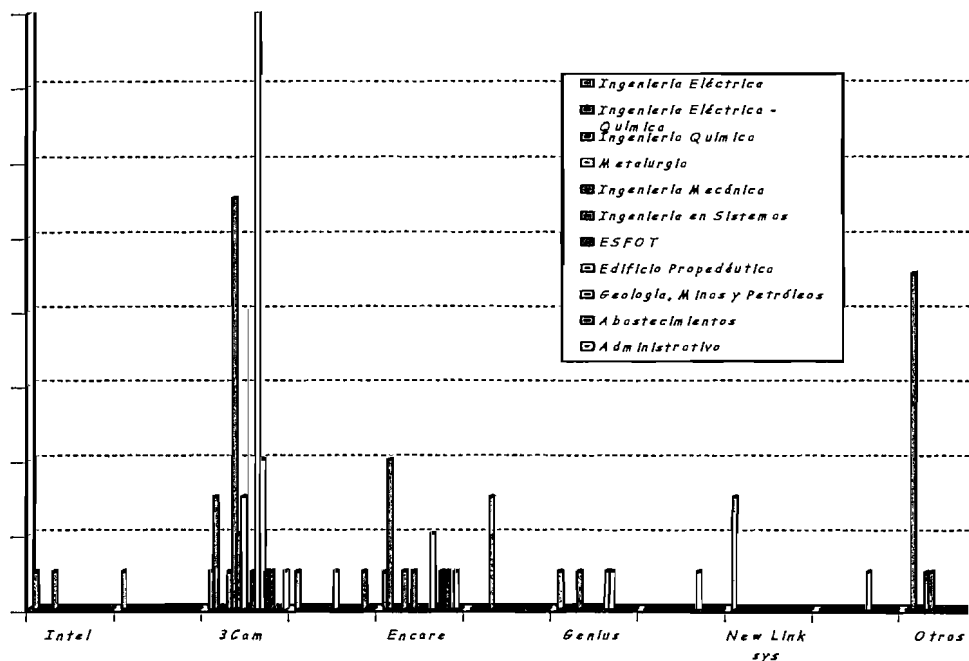


Figura 2.18 Hubs por dependencias

La marca predominante en cuanto a hubs, como lo muestra la Figura 2.18 es 3Com. La Figura 2.19 muestra la cantidad de conmutadores distribuidos en cada una de las dependencias dentro del Campus universitario.

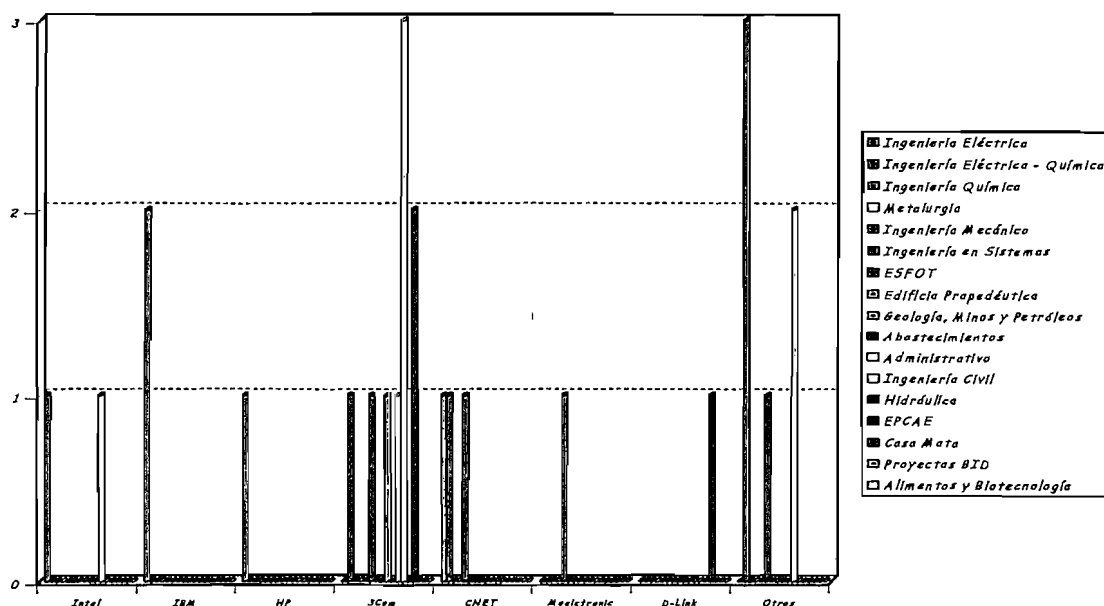


Figura 2.19 Conmutadores por dependencia

De los elementos activos existentes en la Polired, los *conmutadores* juegan un papel muy importante, ya que realizan la segmentación de los dominios de colisión, comparado con lo que sucede en un *hub*, que reenvía toda la información que recibe por todos sus puertos.

#### 2.4.1 RUTEO Y DIRECCIONAMIENTO IP EN LA RED DE CAMPUS DE LA EPN

El direccionamiento IP para los hosts en la red de la EPN es estático, en la mayoría de subredes existentes se tiene una IP asignada a cada host, mientras que en subredes proxificadas, como en la sala de informática de Ingeniería Química, el segundo piso del edificio Administrativo, la asignación de IP se la realiza mediante el protocolo DHCP.

La EPN cuenta en la actualidad con dos rangos de direcciones IP clase C, a su vez ambas redes se encuentran divididas en 16 subredes de 14 direcciones cada una. Dichas subredes han sido asignadas bajo demanda a las distintas dependencias de la EPN.

La Tabla 2.43 presenta la distribución de las subredes y direcciones IP en las principales dependencias de la EPN.

Asignada a:	Subredes de la red 192.188.57.0	Asignada a:	Subredes de la red 205.235.9.0
EPCA	192.188.57.0	Administración	205.235.9.0
Administración	192.188.57.16	Administración	205.235.9.16
Ing. en Sistemas	192.188.57.32	Geología / Petróleos	205.235.9.32
Ing. en Sistemas	192.188.57.48	No Asignada	205.235.9.48
Ing. en Sistemas	192.188.57.64	Hidráulica / C. Mata	205.235.9.64
Ing. en Sistemas	192.188.57.80	Gerencia Empresarial	205.235.9.80
Ing. en Sistemas	192.188.57.96	Ing. en Ciencias	205.235.9.96
Salida a redes externas	192.188.57.112	Ing. Civil	205.235.9.112
Geofísico	192.188.57.128	CEC	205.235.9.128
Carrera de Ciencias	192.188.57.144	CEC	205.235.9.144
Lab. ESFOT	192.188.57.160	Propedéutico	205.235.9.160

Ing. Química	192.188.57.176	Alimentos y Biotecnología	205.235.9.176
Ing. Eléctrica	192.188.57.192	Ing. Eléctrica	205.235.9.192
ESFOT	192.188.57.208	Propedéutico	205.235.9.208
Ing. Mecánica	192.188.57.224	Ing. Mecánica	205.235.9.224
Centro de Cómputo	192.188.57.240	Centro de Cómputo	205.235.9.240

**Tabla 2.43** Distribución de subredes en la red de Campus

Es importante recalcar que no ha existido una política de ordenamiento de las direcciones IP disponibles dentro del Campus, desde su primera implementación, por lo que es necesario buscar mecanismos para optimizar las direcciones IP y su respectiva asignación.

#### 2.4.2 ADMINISTRACIÓN DE LA RED DE CAMPUS

Debido a la falta de *software* y herramientas para la detección y monitoreo de fallas dentro de la red, el tiempo de solución de los problemas que se presentan en las Polired es alto; se habla de tiempos de respuesta de una semana para la detección y solución de problemas dentro de la red de Campus.

A criterio de los encargados del Centro de Cómputo General de la Escuela, uno de los motivos principales para que existan este tipo de problemas es la falta de apoyo por parte de las autoridades de la EPN en cuanto a proyectos para mejorar la red de Campus.

#### 2.4.3 SEGURIDAD EN LA RED DE CAMPUS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Actualmente no existen políticas de seguridad completamente definidas en la red de Campus; se han implementado soluciones en la marcha para solventar y evitar en lo posible intrusiones y posibles fallos en la seguridad de la red.

La red de Campus de la Escuela se mantiene solamente con seguridades a nivel de *software*, proporcionada por un ruteador de salida hacia el exterior; esta seguridad se complementa de cierta forma gracias a la ayuda del Servidor encargado de realizar filtrado de URLs, con lo cual se limita el acceso a determinadas páginas web con determinadas características peligrosas para la red.

## **2.5 ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA RED DE CAMPUS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

La idea principal de esta sección es el identificar, analizar y documentar las necesidades de la red y de sus usuarios; una vez realizado, se puede plantear objetivos y metas claras respecto a los servicios que necesitan ser implementados en la red de Campus.

El principal inconveniente que se ha presentado en los últimos años es la falta de políticas de seguridad en lo referente al manejo y administración de la Polired, lo que trae consigo la ausencia de planificación adecuada en cuanto a nuevos servicios y aplicaciones. Como consecuencia, lo único que se ha conseguido es ir deteriorando la funcionalidad de la misma; permitiendo el crecimiento descontrolado de ciertas áreas en la red; por tal razón, es imperiosamente necesario el rediseñar la Red de Campus, tomando en cuenta parámetros muy importantes como son:

- Calidad de servicio.
- Seguridad.
- Administración.
- Interoperabilidad con otras redes.

Conjuntamente con el levantamiento de la infraestructura actual de la Polired, se realizó la recopilación de información referente a ciertos requerimientos de los usuarios de la red: autoridades, estudiantes, profesores, así como también por los

encargados de administrar la Polired y las distintas subredes existentes en la EPN; esta información es el punto de partida para realizar el análisis general de los requerimientos de la red de Campus de la EPN.

### **2.5.1 EDIFICIOS QUE FORMAN PARTE DE LA POLIRED**

Los edificios enlazados dentro del diseño de la Polired, deben tener una carga importante de puntos de datos tanto para la red académica como para la red administrativa de la EPN.

Los edificios tomados en cuenta para el presente Proyecto son los siguientes, ya que son los que concentran la mayor cantidad de usuarios de la red:

- I. Edificio de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
- II. Edificio de Ingeniería Eléctrica - Química.
- III. Edificio de Ingeniería Química.
- IV. Edificio de Ingeniería Mecánica.
- V. Edificio de Ingeniería en Sistemas.
- VI. Edificios de la Escuela de Formación Tecnológica
- VII. Edificio de Propedéutico.
- VIII. Edificaciones de Ingeniería en Geología Minas y Petróleos.
- IX. Edificio de Abastecimientos.
- X. Edificio Administrativo.
- XI. Edificio de Ingeniería Civil.
- XII. Edificio de Hidráulica.
- XIII. Edificio del EPCAE.
- XIV. Casa Mata.
- XV. Proyectos BID
- XVI. Alimentos y Biotecnología (Instituto de Investigaciones Tecnológicas).

Es importante señalar que para tener un equilibrio en el flujo de tráfico, algunas dependencias serán agrupadas.



## 2.5.2 RED ADMINISTRATIVA Y RED ACADÉMICA

En el presente Proyecto, se plantea la posibilidad de tener dos redes lógicamente independientes entre sí, pero trabajando sobre el mismo medio físico. Cabe señalar que la idea que se tuvo en un inicio, por el año de 1995, fue la de implementar dos redes físicamente separadas dentro del Campus, la una que abarcaría la parte administrativa de la Escuela y la otra orientada a la parte docente y estudiantil de la misma, lo cual trae consigo ciertas ventajas en cuanto a seguridad, administración y manejo de la red. Sin embargo, el tener dos redes físicamente independientes involucra que el costo de la red de Campus prácticamente se duplica, mientras que al tener dos redes lógicamente separadas sobre el mismo medio físico, se reduce los costos, tanto de implementación como de administración.

Al creer conveniente el tener estas dos redes lógicamente separadas, a continuación se detallarán cada una de ellas:

- **Red Administrativa**

En términos generales, abarcará las principales dependencias administrativas existentes en la Escuela por lo que no podrá ser utilizada ni por estudiantes ni por profesores. Las actividades generales que se darán dentro de esta red son las siguientes:

- Manejo de sistemas para la administración Estudiantil.
  - Procesos de Matrículas.
  - Currículos académicos
  - Procesamiento de Notas.
  - Consulta de calificaciones estudiantiles.
  - Información respecto a Grados, Proyectos de Titulación, etc.
- Manejo de sistemas para la Administración Financiera.
  - Departamento Financiero.
  - Tesorería, etc.

- 
- Sistemas para el manejo de Personal.
    - Sistema de Información de Recursos Humanos.
  - Planificación Administrativa.
  - Suministros e Inventarios.
  - Departamento Médico, Psicológico.
  - Sesiones Virtuales (videoconferencias).
  - Acceso al Internet.
  - Manejo de correo electrónico.

Las dependencias que formarán parte de la red Administrativa son las siguientes:

- Oficinas de las Principales Autoridades de la Escuela, Rector, Vicerrector, Directores de Escuela, con sus respectivas Secretarías.
- Coordinaciones de Carreras.
- Dirección Administrativa.
- Departamento Jurídico.
- Departamento Financiero.
- Departamento Médico y Psicológico.

- **Red Académica**

A diferencia de la red Administrativa, será orientada a brindar un servicio tanto en el ámbito estudiantil como docente, para lo cual cubrirá lugares donde la red administrativa no accede.

Las principales actividades generales que se desarrollarán dentro de la red académica son las siguientes:

- Acceso al Internet con seguridad y con fines educativos.
- Creación de Bibliotecas virtuales.
- Acceso a servidores de correo, HTML, aplicaciones, etc.

- 
- Sesiones virtuales, Videoconferencias con fines educativos en las distintas salas orientadas a este tipo de actividades.
  - Acceso a Laboratorios Virtuales.
  - Acceso a información de materias y deberes.

Específicamente las dependencias que formarán parte de la red Académica son las siguientes:

- Laboratorios.
- Bibliotecas, Salas de Lectura.
- Aulas de clase, Aulas Magnas, Auditorios y Hemiciclo Politécnico.
- Oficinas de profesores.
- Proyectos y unidades de Investigación.
- Asociaciones estudiantiles.

### **2.5.3 REQUERIMIENTOS DE PUNTOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO PARA LA RED ADMINISTRATIVA Y LA RED ACADÉMICA**

Durante el levantamiento de red realizado, se recopiló información en lo referente a puntos de cableado estructurado existentes, así como también la necesidad de incrementarlos para cubrir los sectores del Campus que más usuarios concentran. Dentro de las principales dependencias de la Escuela, se consideró tener puntos de cableado para la transmisión de datos, vídeo, voz y puntos denominados no determinados, para distintas aplicaciones.

Dentro del diseño de este Proyecto, se toman en cuenta únicamente los puntos de datos y vídeo digital.

Los criterios tomados en cuenta para la determinación de los puntos de cableado estructurado son los siguientes:

- Que los puntos cubran las necesidades inicialmente de los usuarios actuales, así como también de los potenciales usuarios en los próximos ocho años.

- Que dichos puntos de cableado estructurado permitan modificaciones o ampliaciones.

Los criterios para la ubicación de los puntos de cableado estructurado dentro de las principales dependencias de la Escuela, se deben basar en los estándares ANSI/EIA/TIA que se mencionan a continuación:

- ANSI/TIA/EIA-568B Cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales.
- ANSI/TIA/EIA-568B.1 Requisitos generales.
- ANSI/TIA/EIA-568B.2 Componentes de cableado UTP (100  $\Omega$ ).
- ANSI/TIA/EIA-568B.3 Componentes de cableado para Fibra Óptica.
- ANSI/TIA/EIA-569A Ductos, pasos y espacios necesarios para la instalación de sistemas estandarizados de telecomunicaciones.
- ANSI/TIA/EIA-606 Métodos para la administración de los sistemas de telecomunicaciones.
- TIA/EIA-TSB-72 Guía para el cableado de fibra óptica.

En la Tabla 2.44 se presentan los requerimientos de los puntos de cableado estructurado por edificio, obtenidos mediante el levantamiento de red realizado en las principales dependencias de la EPN, considerando que para nuestro caso, los datos más importantes son los puntos de red totales, tanto de la red administrativa como de la red académica.

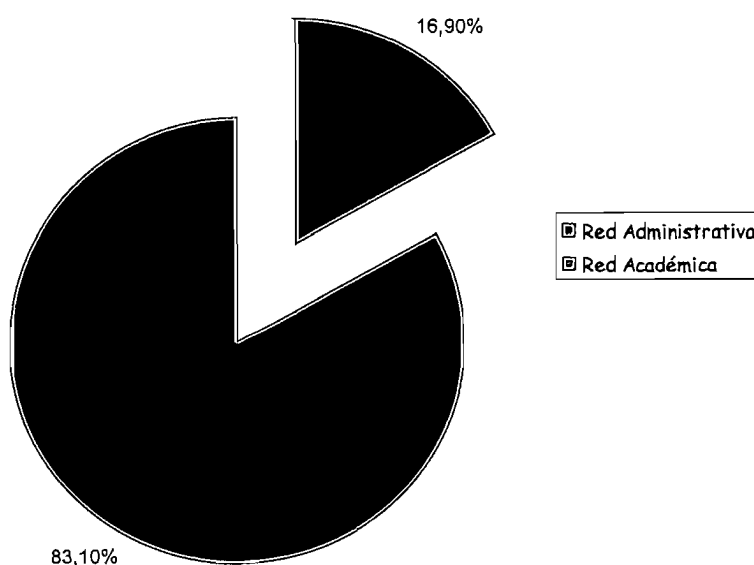
EDIFICIO	RED ADMINISTRATIVA					RED ACADÉMICA					TOTAL POR EDIFICIO
	VOZ	DATOS	VIDEO	NO DETERMINADO	PUNTOS REQUERIDOS	VOZ	DATOS	VIDEO	NO DETERMINADO	PUNTOS REQUERIDOS	
Ingeniería Eléctrica	13	15	6	9	21	46	128	10	70	138	159
Ingeniería Eléctrica-Química	6	5	2	5	7	44	250	8	144	258	265
Ingeniería Química	2	3	1	2	4	20	44	3	33	47	51
Metalurgia, Procesos de la Producción, aulas Mec.	0	0	0	0	0	10	35	1	19	36	36
Ingeniería Mecánica	10	14	1	8	15	21	70	4	29	74	89
Ingeniería en Sistemas	17	36	5	3	41	53	263	10	69	273	314

ESFOT	8	22	6	15	28	43	131	6	87	137	165
Edificio Propedéutico	9	12	2	2	14	37	120	3	82	123	137
Geología, Minas y Petróleos	3	9	1	4	10	15	41	2	36	43	53
Abastecimientos	21	29	2	13	31	5	38	3	22	41	72
Administrativo	101	113	19	127	132	17	141	5	51	146	278
Ingeniería Civil	23	15	6	17	21	64	241	7	118	248	269
Hidráulica	8	6	2	10	8	12	28	2	15	30	38
EPCAE	4	14	2	3	16	12	37	1	17	38	54
Casa Mata	0	0	0	0	0	5	8	0	8	8	8
Proyectos BID	5	0	0	4	0	3	52	5	5	57	57
Alimentos y Biotecnología	0	1	1	0	2	18	23	1	12	24	26
TOTAL	230	294	56	222	350	425	1650	71	817	1721	2071
	802										
	2071										

**Tabla 2.44** Puntos de Cableado que requeridos en las dependencias de la EPN

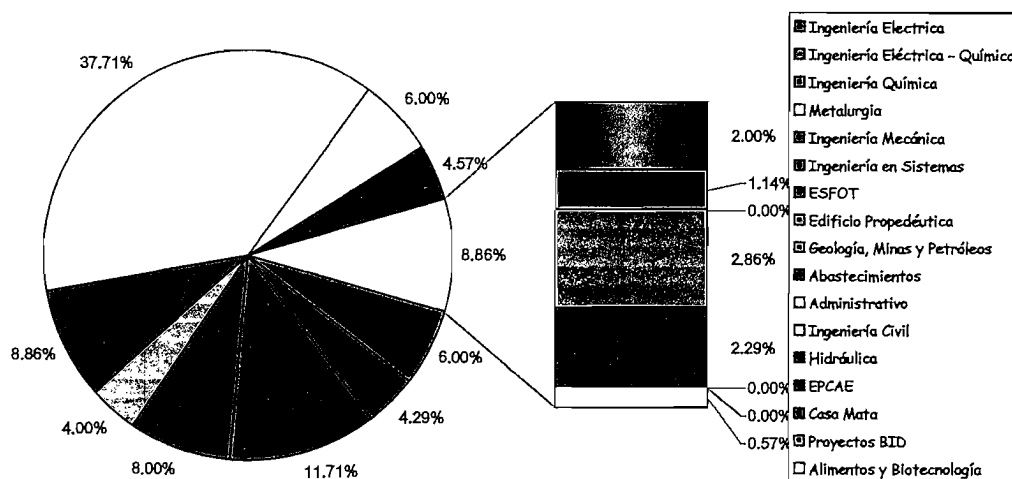
En el Anexo A del presente Proyecto se puede observar los puntos de cableado requerido en cada una de las áreas dentro de las dependencias de la EPN.

En la Figura 2.20 se puede observar la gran diferencia que existe entre los requerimientos de puntos de cableado para las redes administrativa y académica, siendo esta última la que concentra un poco más del 80% del total.



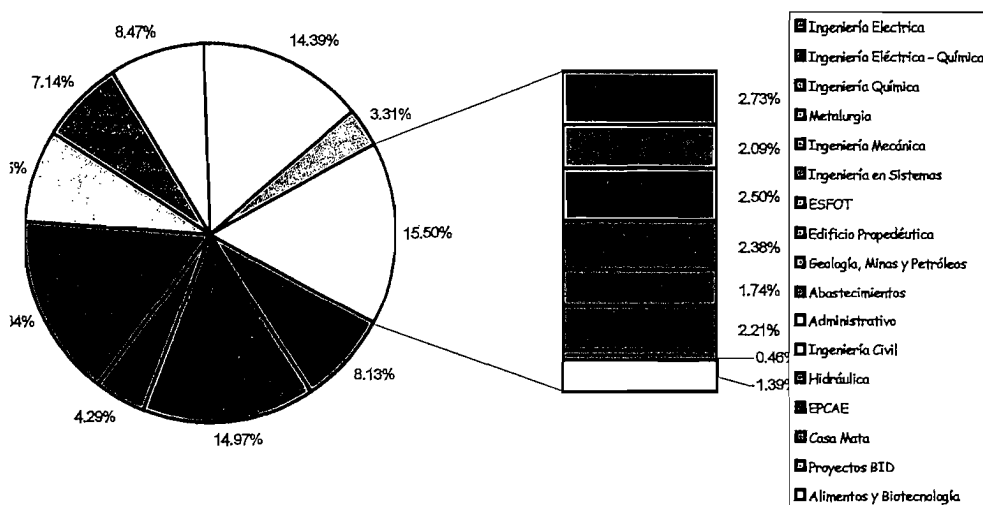
**Figura 2.20** Comparación entre los puntos de cableado que requiere la red administrativa y la red académica.

En la Figura 2.21 se presenta la distribución de los puntos de cableado en la red Administrativa, teniendo la mayor concentración de éstos en el edificio administrativo, mientras que en los demás edificios se tiene una distribución equilibrada de dichos puntos.



**Figura 2.21** Distribución de los puntos de cableado para la Red Administrativa en las principales dependencias de la EPN

En la Figura 2.22 se presenta la distribución de los puntos de cableado estructurado en la red Académica.



**Figura 2.22** Distribución de los puntos de cableado para la Red Académica en las principales dependencias de la EPN.

Como se puede observar, los edificios con mayor cantidad de puntos para la red académica son el edificio de Ingeniería en Sistemas, el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química, el edificio de Ingeniería Civil, en ese orden, debido a la existencia de varias salas de computación e informática con varios hosts en dichas dependencias. La Tabla 2.45 muestra una comparación de los requerimientos generales entre las redes Administrativa y Académica.

RED ADMINISTRATIVA	RED ACADÉMICA
Debe ser accesible solamente para el personal autorizado.	El acceso debe ser posible a estudiantes y profesores.
La red debe integrar las principales dependencias administrativas.	Debe integrar todas las dependencias de la parte académica.
La red debe tener independencia de la red académica.	Además de tener independencia con la red administrativa, debe priorizar el tráfico de profesores sobre el de estudiantes.
Debe tener adecuadas políticas de administración que integren varios niveles de seguridad para sus usuarios.	Al igual que la red administrativa, debe tener varios niveles de seguridad para sus usuarios.

**Tabla 2.45** Comparación de los requerimientos generales entre las dos redes.

## 2.5.4 REQUERIMIENTOS DE LOS USUARIOS, APLICACIONES, HOSTS Y RED

Dentro de la determinación de los requerimientos de usuarios, aplicaciones, *host*, y de red se toman en cuenta las consideraciones presentadas en la Tabla 2.46:

TIPO DE REQUERIMIENTOS			
<i>Usuario</i>	<i>Aplicación</i>		<i>Host</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de respuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo de aplicaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De misión crítica.</li> <li>De ritmo controlado.</li> <li>De tiempo real.</li> <li>Best effort.</li> </ul>	Requerimientos mínimos de los hosts más no el dimensionamiento de los mismos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Confiabilidad.</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confiabilidad.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad (Ancho de Banda).</li> <li>Retardo (Extremo a Extremo)</li> <li>Grupos de aplicaciones.</li> </ul>		

**Tabla 2.46** Tipos de requerimientos para la red de Campus.

#### **2.5.4.1 Requerimientos de usuarios para toda la EPN**

En cuanto a los requerimientos por parte de los usuarios, se tiene que el tiempo de respuesta en cuanto a recepción de información y ejecución de aplicaciones, debe ser corto, es decir, menor a 50 milisegundos; la confiabilidad del sistema debe ser superior al 99.9% en la mayoría de las aplicaciones y del 99.99% en aplicaciones de vídeo y transferencia de datos en tiempo real; la adaptabilidad de la red es necesaria, ya que continuamente pueden existir cambios dentro de la misma. La red debe proveer a los usuarios movilidad e independencia física para que éstos puedan conectar su equipo en cualquier dependencia dentro del Campus y finalmente, un requerimiento importante es la seguridad que debe existir entre las dos redes para permitir el acceso a la información solamente a los usuarios autorizados.

Tomando en cuenta la situación económica de la Escuela, se estima que el tiempo de vida útil de los equipos de computación es de dos a tres años y que del total de hosts que actualmente se encuentran funcionando en la Escuela, un 20% necesita ser reemplazado, con lo que se puede estimar los índices de crecimiento de hosts tomando como base un número de 458 hosts útiles.

Dentro del presente Proyecto se considera que inicialmente el número de usuarios de la red de Campus es de 458, que representa el número de hosts actuales conectados a la misma. Se realiza una estimación de crecimiento a tres años, considerando que en este tiempo, todos los hosts de la Escuela tendrán acceso a la Polired; para finalmente tener una estimación de crecimiento a ocho años, considerando que en este tiempo serán utilizados todos los puntos de red proyectados para cubrir las principales dependencias del Campus y brindar servicio a todos los usuarios en la Escuela, que vienen a ser un total de 2071.

Es importante mencionar y recalcar que al ser un diseño para un Campus universitario, no resulta conveniente el aplicar las estimaciones de crecimiento de estudiantes, trabajadores y profesores en la Escuela; este tipo de información es adecuada para diseños de redes de datos comerciales, es decir, en empresas en



donde la utilización de la red depende del número de empleados que ésta tenga, dado que cada uno de ellos utiliza un host para acceder a la misma. En tal virtud, se han realizado estimaciones en base a lo explicado anteriormente, en base al número actual de hosts conectados a la red, considerando que a tres años se conectarán un número equivalente a todos los hosts actualmente existentes en la Escuela; y finalmente considerando que a ocho años, se tendrá un usuario en cada uno de los puntos de red obtenidos mediante el levantamiento de red realizado.

Teniendo una adecuada planificación en cuanto a la implementación del diseño presentado en este Proyecto, se puede tener valores de crecimiento promedio de red, como los dados en la Tabla 2.47.

Tiempo	Porcentaje de crecimiento promedio	Número de usuarios
A Diciembre del 2003	0%	458
Después de 3 años	105%	940
Después de 8 años	352%	2071

**Tabla 2.47** *Expectativas de crecimiento promedio del número de usuarios en la red de Campus de la EPN.*

De la Tabla 2.47 y de la información recopilada a través del personal del Centro de Cómputo de la EPN, se estima un índice de crecimiento total de los usuarios de la red del 105% a tres años, y un índice del 352% a ocho años, tomando en cuenta el avance actual de la tecnología, la creciente necesidad de los usuarios de la red para conectarse al mundo externo con fines de investigación y educación así como la situación económica de la universidad pública actual. La cantidad de 2071 usuarios implica tener el número de puntos de cableado estructurado que requiere la Escuela, tanto para cubrir las principales dependencias de la red Administrativa como de la red Académica.

Es importante mencionar que los valores de crecimiento mostrados en la Tabla 2.47 reflejan el crecimiento total de la red de Campus; ya que cada dependencia, crecerá de distinta forma, independientemente de otra, debido principalmente a la

cantidad de usuarios en cada una de ellas. La Tabla 2.48 presenta el crecimiento individual en cada una de las dependencias de la EPN.

Edificios	Estimación de crecimiento a 3 años		Estimación de crecimiento a 8 años	
	Red Académica	Red Administrativa	Red Académica	Red Administrativa
Ingeniería Eléctrica	51.064%	12.766%	206.383%	53.191%
Ingeniería Química	66.667%	16.667%	250.000%	50.000%
Ingeniería Eléctrica - Química	67.742%	3.226%	264.516%	11.828%
Ala norte	45.455%	0.000%	100.000%	0.000%
Ingeniería Mecánica	64.000%	12.000%	248.000%	40.000%
Ingeniería en Sistemas	93.443%	11.475%	314.754%	37.705%
ESFOT, BID 05	92.593%	18.519%	307.407%	59.259%
Propedéutico	200.000%	60.000%	540.000%	160.000%
Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos	88.889%	11.111%	288.889%	55.556%
Abastecimientos	35.714%	9.524%	78.571%	21.429%
Administrativo	51.250%	52.500%	171.250%	177.500%
Ingeniería Civil	64.865%	16.216%	240.541%	58.108%
Hidráulica, Casa Mata, BID 02, BID 03	100.000%	10.000%	340.000%	20.000%
EPCAE	312.500%	37.500%	787.500%	100.000%
Alimentos y Biotecnología	37.500%	0.000%	187.500%	12.500%
Crecimiento promedio	88.578%	16.452%	292.540%	59.700%
	105.030%		352.240%	

**Tabla 2.48** Crecimiento de la red en cada una de las principales dependencias de la EPN.

#### 2.5.4.2 Requerimientos de aplicaciones para toda la EPN

En base a la información obtenida a través de las encuestas realizadas a algunos usuarios de la Polired, se han obtenido los principales requerimientos en cuanto a aplicaciones que se requieren en la Escuela.

En la Tabla 2.49 se presenta una clasificación de las aplicaciones, tomando en cuenta criterios como ancho de banda que necesitan, tiempos de retardo, etc.

TIPO DE APLICACIONES		Ancho de Banda Kbps	Tiempo de Retardo ms	Confiabilidad %
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Para acceso y uso de Internet</i></li> </ul>	Abarca servicios tradicionales tales como Telnet, FTP, correo electrónico (SMTP), HTTP, HTML, las cantidades de información que se manejan son mínimas. Estas aplicaciones son conocidas como de mejor esfuerzo.	128	N/A*	N/A
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Transferencia de información en tiempo real</i></li> </ul>	Hacen referencia a manipulación y visualización de objetos en dos y tres dimensiones tales como Autocad, Map Objects, entre otros, de igual forma con servicios de adquisición de datos en tiempo real como los que realiza el Instituto Geofísico. Este tipo de aplicaciones necesita un alto rendimiento en capacidad y retardo, caen dentro del tipo de aplicaciones de ritmo controlado y de tiempo real.	1600	≤ 40	99,95
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>De operación, mantenimiento y administración de la red.</i></li> </ul>	Son aplicaciones útiles para realizar actividades de monitoreo apropiado de la red, mediciones de tráfico, etc. Este tipo de aplicaciones son en tiempo real, por tal motivo necesitan una alta confiabilidad.	900	N/A	99,95
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>De bases de datos distribuidas.</i></li> </ul>	Son aplicaciones que necesitan realizar transferencias de información entre bases de datos en diferentes dependencias, distribuidas en distintos servidores.	400	≤ 80	99,95
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>De Tele-Servicio.</i></li> </ul>	Dentro de este tipo de aplicaciones se encuentran videoconferencias, video digital, voz sobre IP.	1200	≤ 25	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>De Computación distribuida.</i></li> </ul>	Son aquellas que pueden usar servidores que estén compartiendo el mismo bus local, así como servidores que estén dentro de una misma LAN, para realizar tareas que requieran de procesamiento distribuido debido a su complejidad. Son aplicaciones del tipo de ritmo controlado y de tiempo real.	10000	≤ 20	100

\* N/A: No aplica para este tipo de tráfico.

**Tabla 2.49** *Requerimientos de aplicaciones para toda la EPN.*

### 2.5.4.3 Requerimientos de Hosts para toda la EPN

De los 940 hosts que actualmente existen en el Campus, EL 45% de los mismos necesitan ser reemplazados, debido a que no soportan las aplicaciones que en la actualidad se requieren dentro de las diferentes áreas de la EPN. En cuanto a los servidores que existen en las distintas dependencias, 69 en total, es necesario que éstos sean repartidos entre las redes Administrativa y Académica,

dependiendo de su aplicación y su determinada función. La Tabla 2.50 presenta los lineamientos mínimos para la adquisición de nuevos hosts y servidores de red.

Tipo	Lineamientos Mínimos	
Host	Procesador:	2.4 [Ghz]
	Disco duro:	80 [Gbytes]
	Memoria:	256 Ram
	Bus de Datos:	A 100 [MHz]
	Tarjeta de Red:	Ethernet / Fast Ethernet
	Sistema Operativo:	Win 2000 / Win XP
Servidor	Procesador:	3.0 [Ghz] o superior
	Disco duro:	80 [Gbytes] o superior
	Memoria:	1024 Ram
	Bus de Datos:	A 200 [MHz]
	Tarjeta de Red:	Fast Ethernet
	Sistema Operativo:	Linux / Win 2000 Server / Solaris

**Tabla 2.50** Lineamientos mínimos de hosts y de servidores para la Polired

La ubicación de los hosts estará distribuida en todo el Campus de la EPN, mientras que la ubicación de los servidores dependerá del servicio que cada uno de estos brinde, ya sea en el Centro de Cómputo General, o en las distintas dependencias administrativas y académicas de la Escuela.

### 2.5.5 REQUERIMIENTOS DE TRÁFICO FUTURO PROYECTADO EN LOS EDIFICIOS DEL CAMPUS

El siguiente análisis ayudará a dimensionar de manera adecuada el ancho de banda de cada enlace hacia las principales dependencias de la Escuela.

Se considerará que cada host dentro de la red de Campus utiliza simultáneamente todo el conjunto de aplicaciones disponibles y que, por experiencia en diseños de redes de Campus, en la hora pico de utilización de la red, el 60% de los hosts pertenecientes a cada dependencia se encuentran activos y generan un tráfico similar. Tales consideraciones se las toma en cuenta para analizar los casos más críticos y extremos, con niveles de tráfico máximos, para obtener una red dimensionada adecuadamente.

En la Tabla 2.51 se presenta el conjunto de aplicaciones actuales y futuras, según el tipo de usuario, estudiantes, profesores o personal administrativo. Cada uno de ellos utiliza un conjunto específico de aplicaciones para las cuales se debe dimensionar la red.

Conjuntos de Aplicaciones estimadas actuales y futuras	Tráfico Promedio [Mbps]
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Conjunto de aplicaciones 1.</i> Acceso y Uso de Internet. Bases de datos distribuidas.</li> </ul>	0.528
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Conjunto de aplicaciones 2.</i> Acceso y uso de Internet. Bases de datos distribuidas. Voz sobre IP.</li> </ul>	0.544
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Conjunto de aplicaciones 3.</i> Acceso y uso de Internet. Bases de datos distribuidas. Voz sobre IP. Operación, administración y mantenimiento.</li> </ul>	1.444
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Conjunto de aplicaciones 4.</i> Acceso y uso de Internet. Bases de datos distribuidas. Voz sobre IP. Computación distribuida.</li> </ul>	10,544
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Conjunto de aplicaciones 5.</i> Acceso y Uso de Internet. Bases de datos distribuidas. Voz sobre IP. Visualización y adquisición de datos en tiempo real.</li> </ul>	2.144
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Conjunto de aplicaciones 6.</i> Acceso y Uso de Internet. Bases de datos distribuidas. Tele-servicios.</li> </ul>	1.728

**Tabla 2.51** *Conjunto de Aplicaciones Actuales y Futuras*<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Fuente: Redes de Computadoras, Tanenbaum, Capítulo 7, Sección 7.7

En la Tabla 2.51, el conjunto de aplicaciones 1, corresponde a la gran mayoría de hosts utilizados por estudiantes de la Escuela; el conjunto de aplicaciones 2 correspondería al grupo de hosts utilizados por profesores y personal docente en general; el conjunto de aplicaciones 3, correspondería a los hosts utilizados por el personal encargado de la administración de la red de Campus. El conjunto de aplicaciones 4, 5 y 6 corresponde a determinados hosts utilizados para procesos y tareas específicas en las distintas dependencias de la EPN.

Las estimaciones de tráfico que se presentan a continuación y que corresponden a cada edificio o grupo de edificios, en donde fuese necesario, son realizadas primero con el número actual de hosts que tienen acceso a la Polired; para las estimaciones a tres años, se considera que todos los hosts existentes en la Escuela podrán conectarse a la red de Campus; para finalmente, para las estimaciones a ocho años se considera que se tendrá un host disponible para un usuario de la red en cada uno de los puntos de red planteados para cubrir las principales dependencias de la Escuela.

Las estimaciones de tráfico en las dependencias de la Escuela se las realiza multiplicando el número de hosts por el tráfico promedio que genera el grupo de aplicaciones detallado anteriormente en la Tabla 2.51.

El total de tráfico estimado en cada dependencia, corresponde a la sumatoria de cada tráfico estimado promedio, generado por el número de hosts dentro de cada conjunto de aplicaciones.

#### **2.5.5.1 Edificio de Ingeniería Eléctrica**

En este edificio funcionan la mayoría de Laboratorios utilizados por las carreras de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Electrónica y Control, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería en Electrónica y Redes, así como las principales dependencias administrativas de las mismas, así como también el Aula Magna, utilizada para reuniones y seminarios.

### 2.5.5.1.1 Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales

La primera estimación de tráfico se la realiza tomando en cuenta los 47 hosts que actualmente tienen acceso a la Polired, distribuyéndolos de manera adecuada dentro de los conjuntos de aplicaciones presentados anteriormente en la Tabla 2.51.

La Tabla 2.52 muestra el tráfico generado por las carreras de Electrónica y Telecomunicaciones, Electrónica y Control, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica y Redes, con el número de hosts actuales y considerando el conjunto de aplicaciones que se ejecutarían en cada uno de los mismos. Se dividió los hosts existentes para que sean parte de la red Académica o de la red Administrativa, según los fines para los que se utilizan los hosts, y el área en la que funcionan.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	10	2	5,440
Total	10		5,440
Académica	29	1	15,312
	7	2	3,808
	1	6	1,728
Total	37		20,848

**Tabla 2.52** Tráfico en el edificio de Ingeniería Eléctrica considerando el número de hosts actuales.

### 2.5.5.1.2 Estimaciones de Tráfico a 3 años

La segunda estimación de tráfico se la realiza considerando los puntos de datos requeridos para que todos los hosts existentes en el edificio accedan a la red de Campus; a su vez, para realizar tal estimación, se ha considerado que el crecimiento total de la red de Campus será del 105%.

La Tabla 2.53 presenta el tráfico estimado promedio a 3 años, generado por los hosts en la red académica y administrativa.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	15	2	8.160
	1	6	1.728
Total	16		9.888
Académica	47	1	24.816
	12	2	6.528
	2	6	3.456
Total	61		34.800

**Tabla 2.53** Tráfico y número de puntos de red estimados en el edificio de Ingeniería Eléctrica a 3 años.

#### 2.5.5.1.3 Estimaciones de Tráfico a 8 años

La tercera y última estimación considera que en un tiempo de ocho años, los puntos de red totales que necesita el edificio, tanto para la red Académica como para la Administrativa, corresponden al total de puntos de cableado obtenidos mediante el levantamiento de red, para cubrir en su totalidad las principales dependencias de la EPN.

La Tabla 2.54 presenta el tráfico promedio estimado a 8 años, con respecto al número de hosts en la red académica y administrativa.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	15	2	8.160
	6	6	10.368
Total	21		18.528
Académica	105	1	55.440
	23	2	12.512
	10	6	17.280
Total	138		85.232

**Tabla 2.54** Tráfico y puntos de red estimados en el edificio de Ingeniería Eléctrica a 8 años.



### 2.5.5.2 Edificio de Ingeniería Eléctrica - Química

En este edificio se agrupan dependencias que pertenecen a la carrera de Ingeniería Química, a las carreras de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, Electrónica y Control, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica y Redes.

#### 2.5.5.2.1 Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales

La Tabla 2.55 muestra el tráfico estimado en el edificio de Ingeniería Eléctrica – Química, considerando el número de hosts actuales.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	4	2	2,176
Total	4		2.176
Académica	80	1	42,240
	6	2	3,264
	1	3	1,444
	2	6	3,456
Total	89		50.404

**Tabla 2.55** Tráfico estimado en el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química considerando el número de hosts actuales.

#### 2.5.5.2.2 Estimaciones de tráfico a 3 años

La Tabla 2.56 presenta el tráfico estimado a tres años en el edificio de Eléctrica – Química.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	7	2	3,808
	1	6	1,728
Total	8		5,536

Académica	136	1	71,808
	11	2	5,984
	1	3	1,444
	3	6	5,184
Total	151		84,420

**Tabla 2.56** Tráfico estimado a 3 años en el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química.

#### 2.5.5.2.3 Estimaciones de Tráfico a 8 años

La Tabla 2.57 muestra el tráfico estimado a 8 años en el edificio de Ingeniería Eléctrica – Química.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	7	2	3,808
	2	6	3,456
Total	9		7,264
Académica	230	1	121,440
	18	2	9,792
	2	3	2,888
	8	6	13,824
Total	258		147,944

**Tabla 2.57** Tráfico estimado a 8 años en el edificio de Ingeniería Eléctrica - Química.

#### 2.5.5.3 Edificio de Ingeniería Química

Cabe señalar que en el edificio de Ingeniería Química, de los pocos hosts existentes actualmente, ninguno tiene acceso a la Polired.

##### 2.5.5.3.1 Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales

La Tabla 2.58 muestra las estimaciones de tráfico de la carrera de Ingeniería Química con el número de hosts actuales.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	1	2	0,544
Total	1		0.544
Académica	3	1	1,584
	1	2	0,544
	1	6	1,728
Total	5		3.856

**Tabla 2.58** Tráfico en el edificio de Ingeniería Química considerando el número de hosts actuales.

#### 2.5.5.3.2 Estimaciones de tráfico a 3 años

La Tabla 2.59 presenta las estimaciones de tráfico a 3 años en el edificio de Ingeniería Química.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	2	2	1,088
	0	6	0,000
Total	2		1.088
Académica	5	1	2,640
	2	2	1,088
	2	6	3,456
Total	9		7.184

**Tabla 2.59** Tráfico estimado a 3 años en el edificio de Ingeniería Química.

#### 2.5.5.3.3 Estimaciones de Tráfico a 8 años

La Tabla 2.60 muestra el tráfico estimado a 8 años para el edificio de Ingeniería Química.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	3	2	1,632
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>4</b>		<b>3.360</b>
Académica	31	1	16,368
	13	2	7,072
	3	6	5,184
<b>Total</b>	<b>47</b>		<b>28.624</b>

**Tabla 2.60** Tráfico estimado a 8 años en el edificio de Ingeniería Química.

#### 2.5.5.4 Edificio de Metalurgia, Laboratorios de Mecánica y Procesos Industriales

Se han agrupado estas dependencias principalmente por su ubicación física y por el número de usuarios, denominándole “ala norte”, por facilidad en el presente Proyecto. Estos edificios no fueron tomados en cuenta en el diseño inicial de la red de Campus actual; por tal motivo, los hosts ubicados en estos sitios no tienen acceso a la misma. Se considera que los puntos de datos de la red Académica son suficientes para cubrir las necesidades y requerimientos de esta dependencia cuyas labores son principalmente académicas, enfocadas a la investigación y servicio a la comunidad.

##### 2.5.5.4.1 Estimaciones de Tráfico a 3 años

La Tabla 2.61 muestra el tráfico y los puntos de red estimados a 3 años para la parte del ala norte.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	0	2	0,000
<b>Total</b>	<b>0</b>		<b>0.000</b>
Académica	3	1	1,584
	6	2	3,264
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>10</b>		<b>6.576</b>

**Tabla 2.61** Tráfico estimado a 3 años en el ala norte.

#### 2.5.5.4.2 Estimaciones de tráfico a 8 años

La Tabla 2.62 muestra el tráfico estimado a 8 años para el ala norte.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	0	2	0.000
<b>Total</b>	<b>0</b>		<b>0.000</b>
Académica	13	1	6.864
	22	2	11.968
	1	6	1.728
<b>Total</b>	<b>36</b>		<b>20.560</b>

**Tabla 2.62** Tráfico estimado a 8 años en el ala norte.

#### 2.5.5.5 Edificio de Ingeniería Mecánica

Las estimaciones se las realizan considerando los 25 hosts que tienen acceso a la red de Campus y que se encuentran distribuidos tanto en el edificio principal de Ingeniería Mecánica como en sus laboratorios.

##### 2.5.5.5.1 Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales

La Tabla 2.63 presenta las estimaciones actuales de tráfico en Ingeniería Mecánica.

RED	Host	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	3	2	1.632
<b>Total</b>	<b>3</b>		<b>1.632</b>
Académica	14	1	7.392
	6	2	3.264
	1	5	2.144
	1	6	1.728
<b>Total</b>	<b>22</b>		<b>14.528</b>

**Tabla 2.63** Tráfico en Ingeniería Mecánica considerando el número de hosts actuales.

### 2.5.5.5.2 Estimaciones de Tráfico a 3 años

La Tabla 2.64 presenta las estimaciones de tráfico a 3 años en Ingeniería Mecánica.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	6	2	3,264
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>7</b>		<b>4.992</b>
Académica	24	1	12,672
	10	2	5,440
	2	5	4,288
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>37</b>		<b>24.128</b>

**Tabla 2.64** Tráfico estimado a 3 años en el edificio de Ingeniería Mecánica.

### 2.5.5.5.3 Estimaciones de Tráfico a 8 años

La Tabla 2.65 presenta las estimaciones de tráfico a 8 años en el edificio de Ingeniería Mecánica.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	14	2	7,616
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>15</b>		<b>9.344</b>
Académica	49	1	25,872
	21	2	11,424
	3	5	6,432
	4	6	6,912
<b>Total</b>	<b>77</b>		<b>50.640</b>

**Tabla 2.65** Tráfico estimado a 8 años en el edificio de Ingeniería Mecánica.

### 2.5.5.6 Edificio de Ingeniería en Sistemas

El edificio actualmente posee un considerable número de puntos de cableado estructurado instalados, pero estos no abarcan todas las dependencias dentro del mismo. Aquí funcionan dependencias tanto académicas como administrativas de la Escuela.

#### 2.5.5.6.1 Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales

La Tabla 2.66 presenta las estimaciones actuales de tráfico en Ingeniería en Sistemas considerando el número de hosts actuales.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	6	2	3,264
<b>Total</b>	<b>6</b>		<b>3.264</b>
Académica	44	1	23,232
	5	2	2,720
	1	4	10,544
	5	6	8,640
<b>Total</b>	<b>55</b>		<b>45.136</b>

**Tabla 2.66** Estimaciones de Tráfico en el edificio de Ingeniería en Sistemas considerando el número de hosts actuales.

#### 2.5.5.6.2 Estimaciones de tráfico 3 años

La Tabla 2.67 presenta las estimaciones de tráfico a 3 años en el edificio de Ingeniería Sistemas.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	11	2	5,984
	2	6	3,456
<b>Total</b>	<b>13</b>		<b>9.440</b>

Académica	85	1	44,880
	10	2	5,440
	2	4	21,088
	12	5	25,728
	3	6	5,184
<b>Total</b>	<b>112</b>		<b>102.320</b>

**Tabla 2.67** Tráfico estimado a 3 años en el edificio de Ingeniería en Sistemas.

#### 2.5.5.6.3 Estimaciones de tráfico a 8 años

La Tabla 2.68 presenta las estimaciones de tráfico a 8 años de tráfico en el edificio de Ingeniería en Sistemas.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	36	2	19,584
	5	6	8,640
<b>Total</b>	<b>41</b>		<b>28,224</b>
Académica	210	1	110,880
	25	2	13,600
	4	4	42,176
	24	5	51,456
	10	6	17,280
<b>Total</b>	<b>273</b>		<b>235.392</b>

**Tabla 2.68** Tráfico estimado a 8 años en el edificio de Ingeniería en Sistemas.

#### 2.5.5.7 Edificios de la Escuela de Formación Tecnológica (ESFOT)

En la Escuela de Formación Tecnológica, las dependencias académicas se encuentran distribuidas en edificios de una planta, separadas de las dependencias administrativas; únicamente en la parte Administrativa existen hosts con acceso a la Polired, mientras que en las demás dependencias de la carrera, existen hosts independientes que requieren acceso a la red de Campus de la Escuela Politécnica Nacional.



### 2.5.5.7.1 Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales

La Tabla 2.69 presenta las estimaciones actuales de tráfico en la ESFOT considerando el número de hosts actuales.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	4	2	2.176
<b>Total</b>	<b>4</b>		<b>2.176</b>
Académica	17	1	8.976
	5	2	2.720
	1	6	1.728
<b>Total</b>	<b>23</b>		<b>13.424</b>

**Tabla 2.69** Tráfico en la ESFOT considerando el número actual de hosts.

### 2.5.5.7.2 Estimaciones de tráfico a 3 años

La Tabla 2.70 presenta las estimaciones de tráfico a 3 años de tráfico en las edificaciones de la ESFOT.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	7	2	3.808
	2	6	3.456
<b>Total</b>	<b>9</b>		<b>7.264</b>
Académica	36	1	19.008
	10	2	5.440
	2	6	3.456
<b>Total</b>	<b>48</b>		<b>27.904</b>

**Tabla 2.70** Tráfico estimado a 3 años en las edificaciones de la ESFOT.

### 2.5.5.7.3 Estimaciones de tráfico a 8 años

La Tabla 2.71 presenta las estimaciones de tráfico a 8 años en las edificaciones de la ESFOT.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	22	2	11,968
	6	6	10,368
<b>Total</b>	<b>28</b>		<b>22,336</b>
Académica	102	1	53,856
	29	2	15,776
	6	6	10,368
<b>Total</b>	<b>137</b>		<b>80,000</b>

**Tabla 2.71** Tráfico estimado a 8 años en las edificaciones de la ESFOT.

### 2.5.5.8 Edificio del Propedéutico (Ex - ICB)

En este edificio existen principalmente dependencias académicas, parte de las cuales pertenecen a la carrera de Ingeniería Mecánica.

#### 2.5.5.8.1 Estimaciones de tráfico con el número de hosts actuales

La Tabla 2.72 presenta las estimaciones de tráfico en el edificio del Propedéutico, considerando el número de hosts actuales.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	2	2	1,088
<b>Total</b>	<b>2</b>		<b>1,088</b>
Académica	6	1	3,168
	2	2	1,088
<b>Total</b>	<b>8</b>		<b>4,256</b>

**Tabla 2.72** Tráfico en el edificio del Propedéutico considerando el número de hosts actuales.

#### 2.5.5.8.2 Estimaciones de tráfico 3 años

La Tabla 2.73 presenta las estimaciones de tráfico a 3 años en el edificio del Propedéutico.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	7	2	3.808
	1	6	1.728
<b>Total</b>	<b>8</b>		<b>5.536</b>
Académica	23	1	12.144
	4	2	2.176
	1	6	1.728
<b>Total</b>	<b>28</b>		<b>16.048</b>

**Tabla 2.73** Tráfico estimado a 3 años en el edificio del Propedéutico.

#### 2.5.5.8.3 Estimaciones de tráfico a 8 años

La Tabla 2.74 presenta las estimaciones de tráfico a 8 años en el edificio del Propedéutico.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	12	2	6.528
	2	6	3.456
<b>Total</b>	<b>14</b>		<b>9.984</b>
Académica	102	1	53.856
	18	2	9.792
	3	6	5.184
<b>Total</b>	<b>123</b>		<b>68.832</b>

**Tabla 2.74** Tráfico estimado a 8 años en el edificio del Propedéutico.

#### 2.5.5.9 Edificios de Ingeniería en Geología Minas y Petróleos

Estas dependencias poseen áreas tanto académicas como administrativas de la Escuela.

##### 2.5.5.9.1 Estimaciones de tráfico con el número de hosts actuales

La Tabla 2.75 presenta las estimaciones de tráfico en los edificios de Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos considerando el número de hosts actuales.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	2	2	1,088
Total	2		1,088
Académica	3	1	1,584
	3	2	1,632
	1	5	2,144
Total	7		5,360

**Tabla 2.75** Tráfico estimado en los edificios de Ingeniería en Geología Minas y Petróleos considerando el número de hosts actuales.

#### 2.5.5.9.2 Estimaciones de tráfico 3 años

La Tabla 2.76 presenta las estimaciones de tráfico a 3 años en los edificios de Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	2	2	1,088
	1	6	1,728
Total	3		2,816
Académica	7	1	3,696
	6	2	3,264
	1	5	2,144
	1	6	1,728
Total	15		10,832

**Tabla 2.76** Tráfico estimado a 3 años en los edificios de Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos.

#### 2.5.5.9.3 Estimaciones de Tráfico a 8 años

La Tabla 2.77 presenta las estimaciones de tráfico a 8 años en los edificios de Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	9	2	4,896
	1	6	1,728
Total	10		6,624

Académica	21	1	11.088
	18	2	9.792
	2	5	4.288
	2	6	3.456
Total	43		28.624

**Tabla 2.77** Tráfico estimado a 8 años en los edificios de Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos.

#### 2.5.5.10 Edificio de Abastecimientos

En el diseño inicial de la Polired, este edificio no fue tomado en cuenta para formar parte de la misma, por tal motivo en la actualidad ningún host ubicado dentro del edificio tiene acceso a la red de Campus.

##### 2.5.5.10.1 Estimaciones de Tráfico a 3 años

La Tabla 2.78 presenta las estimaciones de tráfico a 3 años en el edificio de Abastecimientos.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	7	2	3.808
	1	6	1.728
Total	8		5.536
Académica	24	1	12.672
	5	2	2.720
	1	6	1.728
Total	30		17.120

**Tabla 2.78** Tráfico estimado a 3 años en el edificio de Abastecimientos.

##### 2.5.5.10.2 Estimaciones de tráfico a 8 años

La Tabla 2.79 presenta las estimaciones de tráfico a 8 años en el edificio de Abastecimientos.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	29	2	15,776
	2	6	3,456
<b>Total</b>	<b>31</b>		<b>19,232</b>
Académica	33	1	17,424
	5	2	2,720
	3	6	5,184
<b>Total</b>	<b>41</b>		<b>25,328</b>

**Tabla 2.79** Tráfico estimado a 8 años en el edificio de Abastecimientos.

### 2.5.5.11 Edificio Administrativo

En este edificio se concentra la gran mayoría de las dependencias administrativas de la Escuela, así como también oficinas de profesores y el Centro de Cómputo General.

#### 2.5.5.11.1 Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales

La Tabla 2.80 presenta las estimaciones de tráfico en el edificio de Administración considerando el número de hosts actuales.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	38	2	20,672
	2	3	2,888
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>41</b>		<b>25,288</b>
Académica	21	1	11,088
	15	2	8,160
	2	3	2,888
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>39</b>		<b>22,136</b>

**Tabla 2.80** Tráfico estimado en el edificio Administrativo considerando el número de hosts actuales.

### 2.5.5.11.2 Estimaciones de Tráfico a 3 años

La Tabla 2.81 presenta las estimaciones de tráfico a 3 años en el edificio Administrativo.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	73	2	39,712
	5	3	7,220
	5	6	8,640
<b>Total</b>	<b>83</b>		<b>55,572</b>
Académica	42	1	22,176
	30	2	16,320
	5	3	7,220
	3	6	5,184
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>50,900</b>

**Tabla 2.81** Tráfico estimado a 3 años en el edificio Administrativo.

### 2.5.5.11.3 Estimaciones de tráfico a 8 años

La Tabla 2.82 presenta las estimaciones de tráfico a 8 años en el edificio Administrativo.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	108	2	58,752
	5	3	7,220
	19	6	32,832
<b>Total</b>	<b>132</b>		<b>98,804</b>
Académica	77	1	40,656
	55	2	29,920
	9	3	12,996
	5	6	8,640
<b>Total</b>	<b>146</b>		<b>92,212</b>

**Tabla 2.82** Tráfico estimado a 8 años en el edificio Administrativo.

### 2.5.5.12 Edificio de Ingeniería Civil

A continuación se detallan las estimaciones de tráfico para los host ubicados en el edificio de Ingeniería Civil. En este edificio se concentra la gran mayoría de hosts

en los cuales se ejecutan aplicaciones de computación distribuida, tal es el caso de los Laboratorios de Ciencias que se ubican en esta dependencia.

#### 2.5.5.12.1 Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales

La Tabla 2.83 presenta las estimaciones de tráfico en el edificio de Ingeniería Civil considerando el número de hosts actuales.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	13	2	7,072
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>14</b>		<b>8.800</b>
Académica	29	1	15,312
	15	2	8,160
	13	4	137,072
	2	5	4,288
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>60</b>		<b>166.560</b>

**Tabla 2.83** Tráfico estimado en el edificio de Ingeniería Civil considerando el número de hosts actuales.

#### 2.5.5.12.2 Estimaciones de Tráfico a 3 años

La Tabla 2.84 presenta las estimaciones de tráfico a 3 años en el edificio de Ingeniería Civil.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	24	2	13,056
	2	6	3,456
<b>Total</b>	<b>26</b>		<b>16.512</b>
Académica	50	1	26,400
	28	2	15,232
	24	4	253,056
	4	5	8,576
	3	6	5,184
<b>Total</b>	<b>109</b>		<b>308.448</b>

**Tabla 2.84** Tráfico estimado a 3 años en el edificio de Ingeniería Civil.



### 2.5.5.12.3 Estimaciones de Tráfico a 8 años

La Tabla 2.85 presenta las estimaciones de tráfico a 8 años en el edificio de Ingeniería Civil.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	15	2	8,160
	6	6	10,368
<b>Total</b>	<b>21</b>		<b>18,528</b>
Académica	114	1	60,192
	68	2	36,992
	44	4	463,936
	9	5	19,296
	7	6	12,096
<b>Total</b>	<b>242</b>		<b>592,512</b>

**Tabla 2.85** Tráfico estimado a 8 años en el edificio de Ingeniería Civil.

En algunas áreas del edificio se consideran conjuntos de aplicaciones como computación distribuida, que requieren de un gran ancho de banda.

### 2.5.5.13 Edificios de Hidráulica, Casa Mata y Proyectos BID

Para realizar las estimaciones de tráfico se han considerado las edificaciones de Hidráulica, Casa Mata y Proyectos BID ubicados en la parte sur de la Escuela, debido a su cercanía física y a que los niveles de tráfico que generan estas dependencias es relativamente bajo, agrupándose todo el tráfico que generen estas dependencias hacia el Centro de Cómputo General.

#### 2.5.5.13.1 Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales

La Tabla 2.86 presenta las estimaciones de tráfico en los edificios de Hidráulica, casa Mata y proyectos BID considerando el número de hosts actuales.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Académica	1	1	0,528
	9	2	4,896
Total	10		5.424

**Tabla 2.86** Tráfico en Hidráulica, Casa Mata, Proyectos BID considerando el número de hosts actuales.

#### 2.5.5.13.2 Estimaciones de Tráfico a 3 años

La Tabla 2.87 presenta las estimaciones de tráfico a 3 años en los edificios de Hidráulica, casa Mata y proyectos BID.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	1	2	0,544
	1	6	1,728
Total	2		2.272
Académica	2	1	1,056
	15	2	8,160
	2	6	3,456
Total	19		12.672

**Tabla 2.87** Tráfico estimado a 3 años en los edificios de Hidráulica, Casa Mata, Proyectos BID.

#### 2.5.5.13.3 Estimaciones de Tráfico a 8 años

La Tabla 2.88 presenta las estimaciones de tráfico a 8 años en los edificios de Hidráulica, casa Mata y proyectos BID.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	6	2	3,264
	2	6	3,456
Total	8		6.720
Académica	11	1	5,808
	78	2	42,432
	7	6	12,096
Total	96		60.336

**Tabla 2.88** Tráfico estimado a 8 años en los edificios de Hidráulica, Casa Mata, Proyectos BID.

### 2.5.5.14 Edificio del EPCAE

En las edificaciones del EPCAE se agrupan dependencias de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y Postgrado en Gerencia Empresarial. Este edificio tiene cableado estructurado, sin embargo, no todos los hosts dentro del edificio tienen acceso a la Polired.

#### 2.5.5.14.1 Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales

La Tabla 2.89 presenta las estimaciones de tráfico en el edificios del EPCAE considerando el número de hosts actuales.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	1	2	0,544
<b>Total</b>	<b>1</b>		<b>0,544</b>
Académica	6	1	3,168
	1	2	0,544
<b>Total</b>	<b>7</b>		<b>3,712</b>

**Tabla 2.89** Tráfico estimado en el edificio del EPCAE considerando el número de hosts actuales.

#### 2.5.5.14.2 Estimaciones de Tráfico a 3 años

La Tabla 2.90 presenta las estimaciones de tráfico a 3 años en el edificio del EPCAE.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	3	2	1,632
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>4</b>		<b>3,360</b>
Académica	25	1	13,200
	6	2	3,264
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>32</b>		<b>18,192</b>

**Tabla 2.90** Tráfico estimado a 3 años en el edificio del EPCAE.

### 2.5.5.14.3 Estimaciones de Tráfico a 8 años

La Tabla 2.91 presenta las estimaciones de tráfico a 8 años en el edificio del EPCAE.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	14	2	7,616
	2	6	3,456
<b>Total</b>	<b>16</b>		<b>11,072</b>
Académica	30	1	15,840
	7	2	3,808
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>38</b>		<b>21,376</b>

**Tabla 2.91** Tráfico estimado a 8 años en el edificio del EPCAE.

### 2.5.5.15 Edificio del Departamento de Alimentos y Biotecnología

Esta edificación posee la llegada de un enlace de fibra óptica proveniente del tercer piso del edificio de Ingeniería Eléctrica - Química, recurso de red que no puede ser desperdiciado.

#### 2.5.5.15.1 Estimaciones de tráfico considerando el número de hosts actuales

La Tabla 2.92 presenta las estimaciones de tráfico en el edificio del Departamento de Alimentos y Biotecnología considerando el número de hosts actuales.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	1	2	0,544
<b>Total</b>	<b>1</b>		<b>0,544</b>
Académica	1	1	0,528
	6	2	3,264
<b>Total</b>	<b>7</b>		<b>3,792</b>

**Tabla 2.92** Tráfico estimado en el edificio del Departamento de Alimentos y Biotecnología considerando el número de hosts actuales.

### 2.5.5.15.2 Estimaciones de Tráfico 3 años

La Tabla 2.93 presenta las estimaciones de tráfico a 3 años en el edificio del Departamento de Alimentos y Biotecnología.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	1	2	0,544
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>2</b>		<b>2.272</b>
Académica	2	1	1,056
	7	2	3,808
<b>Total</b>	<b>9</b>		<b>4.864</b>

**Tabla 2.93** Tráfico estimado a 3 años en el edificio del Departamento de Alimentos y Biotecnología.

### 2.5.5.15.3 Estimaciones de Tráfico a 8 años

La Tabla 2.94 presenta las estimaciones de tráfico a 8 años en el edificio del Departamento de Alimentos y Biotecnología.

RED	Hosts	Conjunto de Aplicaciones	Tráfico Estimado Promedio [Mbps]
Administrativa	1	2	0,544
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>2</b>		<b>2.272</b>
Académica	6	1	3,168
	18	2	9,792
	1	6	1,728
<b>Total</b>	<b>25</b>		<b>14.688</b>

**Tabla 2.94** Tráfico estimado a 8 años en el edificio del Departamento de Alimentos y Biotecnología.

### 2.5.5.16 Resumen de requerimientos de tráfico y puntos de red en los edificios del Campus de la EPN

Las Tablas 2.95 y 2.96 presentan un resumen general del tráfico estimado a 3 y 8 años respectivamente, generados por cada una de las dependencias analizadas

anteriormente, así como también el dimensionamiento de cada uno de los enlaces hacia cada una de estas dependencias, considerando como se mencionó anteriormente, que el máximo tráfico generado por cada dependencia corresponde al tráfico generado en la hora pico de utilización, que, por consideraciones de diseño de redes de Campus, corresponde al 60% del tráfico total de los hosts de cada dependencia.

Se han agrupado ciertas dependencias, principalmente considerando el número de usuarios dentro de cada una de ellas, así como también la cercanía física con otras dependencias.

Edificios	Red Académica		Red Administrativa		Total Hosts	Tráfico total	Tráfico hora pico
	Hosts	Tráfico	Hosts	Tráfico			
Ingeniería Eléctrica	61	34.8	16	9,888	77	44,688	26,8128
Ingeniería Química	9	7,184	2	1,088	11	8,272	4,9632
Ingeniería Eléctrica - Química	151	84,42	8	5,536	159	89,956	53,9736
Ala norte	10	6,576	0	0	10	6,576	3,9456
Ingeniería Mecánica	37	24,128	7	4,992	44	29,12	17,472
Ingeniería en Sistemas	112	102,32	13	9,44	125	111,76	67,056
ESFOT, BID 05	48	28	9	7,264	57	35,168	21,1008
Propedéutico	28	16,048	8	5,536	36	21,584	12,9504
Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos	15	10,832	3	2,816	18	13,648	8,1888
Abastecimientos	30	17,12	8	5,536	38	22,656	13,5936
Administrativo	80	50,9	83	55,572	163	106,472	63,8832
Ingeniería Civil	109	308,448	26	16,512	135	324,96	194,976
Hidráulica, Casa Mata, BID 02, BID 03	19	12,672	2	2,272	21	14,944	8,9664
EPCA E	32	18,192	4	3,36	36	21,552	12,9312
Alimentos y Biotecnología	9	4,864	2	2,272	11	7,136	4,2816

**Tabla 2.95** Resumen de las estimaciones de Tráfico a 3 años.

Edificios	Red Académica		Red Administrativa		Total Hosts	Tráfico total	Tráfico hora pico
	Hosts	Tráfico	Hosts	Tráfico			
Ingeniería Eléctrica	138	85,232	21	18,528	159	103,76	62,256
Ingeniería Química	47	28,624	4	3,36	51	31,984	19,1904
Ingeniería Eléctrica - Química	258	147,944	9	7,264	267	155,208	93,1248
Ala norte	36	20,56	0	0	36	20,56	12,336
Ingeniería Mecánica	77	50,64	15	9,344	92	59,984	35,9904
Ingeniería en Sistemas	273	235,392	41	28,224	314	263,616	158,1696
ESFOT, BID 05	137	80	28	22,336	165	102,336	61,4016
Propedéutico	123	68,832	14	9,984	137	78,816	47,2896
Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos	43	28,624	10	6,624	53	35,248	21,1488
Abastecimientos	41	25,328	31	19,232	72	44,56	26,736
Administrativo	146	92,212	132	98,804	278	191,016	114,6096
Ingeniería Civil	242	592,512	21	18,528	263	611,04	366,624
Hidráulica, Casa Mata, BID 02, BID 03	96	60,336	8	6,72	104	67,056	40,2336
EPCAE	38	21,376	16	11,072	54	32,448	19,4688
Alimentos y Biotecnología	25	14,688	2	2,272	27	16,96	10,176

**Tabla 2.96** Resumen de las estimaciones de Tráfico a 8 años.

## 2.5.6 ANÁLISIS DE FLUJOS DE LA RED DE CAMPUS Y REQUERIMIENTOS DE TRÁFICO EN EL BACKBONE PRINCIPAL

Para realizar el análisis de flujo dentro de la red de Campus, es necesario tomar en cuenta el tipo de aplicaciones utilizadas en cada host dentro del Campus determinadas anteriormente en la Tabla 2.51, así como también los requerimientos de tráfico en cada uno de los enlaces y edificios considerados en el presente Diseño, datos presentados en las Tablas 2.95 y 2.96.

Un adecuado análisis de flujo en los enlaces hacia las distintas dependencias de la Escuela, trae consigo el requerimiento de tráfico para el *backbone* principal.

### 2.5.6.1 Flujos<sup>7</sup>

Un flujo es el conjunto de aplicaciones y protocolos que tienen algunos atributos comunes, por ejemplo dirección origen y de destino, tipo de información, ruteo y otra información de extremo a extremo que es transmitida durante la sesión de una aplicación. Son considerados de extremo a extremo, entre la fuente y el destino de la aplicación.

### 2.5.6.2 Clasificación de flujos de datos

Según el punto de vista que se utilice, es posible clasificar los flujos de datos que circulan por la red de Campus de varias formas. No es lo mismo verlos desde el punto de vista de la aplicación, que desde el punto de vista de la red. Así, en la red puede haber mucha pérdida de información, pero desde la aplicación no apreciarse de la misma forma o con la misma magnitud, debido a protocolos que garanticen fiabilidad.

Indudablemente, la Calidad de Servicio no tienen sentido sin un usuario final, por lo que a continuación se planteará la clasificación de los flujos de datos desde el punto de vista del usuario, o lo que viene a ser lo mismo, de la aplicación. La clasificación se basará en la necesidad de las aplicaciones de utilizar un nivel de servicio mejor que el servicio clásico de best effort.

Existen tres tipos de flujos:

- **Flujos Elásticos**

Se considera que un flujo es elástico cuando no tiene requerimientos estrictos en cuanto a pérdidas o retardo, y por lo tanto es suficiente el uso del servicio best effort. Generalmente las aplicaciones no aceptar que los datos que reciben lleguen con pérdidas y retardo, por lo que utilizan

---

<sup>7</sup> Documento: "Un Servicio QoS para aplicaciones IP de video bajo demanda sobre la tecnología DTM", Claudia J. Barenco, Universidad Politécnica de Madrid."



protocolos y mecanismos para reducir en la medida de lo posible uno de los dos casos o ambos.

Existen dos tipos de aplicaciones de este tipo: las tolerantes al retardo (pero estrictas en cuanto a pérdidas) y las tolerantes a pérdidas (pero estrictas en cuanto a retardo).

- Las primeras utilizan protocolos fiables, tales como TCP, que garantizan la integridad semántica de la información mediante la retransmisión de la información que se pierde. Aplicaciones como servicio de correo electrónico o el servicio FTP forman parte de este grupo.
- Las segundas evitan las retransmisiones que ralentizan la comunicación, por lo que utilizan protocolos como UDP y RTP.

- ***Flujos Inelásticos***

Los flujos con requerimientos temporales de Calidad de Servicio muy estrictos se definen como flujos inelásticos. En este caso, la información suele generarse en directo y es esencial la reserva de recursos de recursos durante la transmisión para poder asegurar su entrega sin degradar la Calidad de Servicio requerida. Además, la información debe llegar al destino en un instante de tiempo específico para poder ser procesada. Dentro de este tipo de aplicaciones se encuentran la transmisión de video en directo, videoconferencias, visualización y adquisición de datos en tiempo real, así como también procesos de computación distribuida.

- ***Flujos Semi-elásticos***

Este flujo requiere un cierto nivel de Calidad de Servicio, pero a menudo no es necesario mantenerlo durante toda la transmisión. En este caso la información necesita llegar al cliente en un instante muy específico, como pasa con los flujos inelásticos, pero la red puede entregarla antes. Esto ocurre con la

información prealmacenada. La diferencia entre los flujos inelásticos y semi-elásticos radica en la naturaleza del origen de la información (en directo o prealmacenada, respectivamente), y por tanto la necesidad de reservar recursos de red durante toda o parte de la transmisión. Dentro de este tipo de aplicaciones se encuentra el video bajo demanda, el acceso a bases de datos, aplicaciones de operación, administración y mantenimiento de la red, y el transporte de voz sobre IP.

### **2.5.6.3 Fuentes y receptores de datos**

En una comunicación existen tanto emisores como receptores de la información. Para el caso de la Polired, se consideran como emisores los servidores de HTML, correo electrónico, DNS, servidor de notas, servidor de archivos, ubicados principalmente en el Centro de Cómputo General, como se plantea en el Capítulo 3 del presente Proyecto, y como receptores los distintos hosts de la red Académica y de la red Administrativa distribuidos a lo largo de la EPN.

### **2.5.6.4 Modelos de flujos determinados<sup>8</sup>**

En la Polired se han determinado dos distintos modelos de flujos, los mismos que de manera general se detallan el lugar donde pueden presentarse de acuerdo al tipo de aplicaciones que se ejecuten, y son los siguientes:

#### *2.5.6.4.1 Modelo Cliente-Servidor*

Este tipo de modelo predomina en la red de Campus, tal es el caso del acceso a Internet, el acceso a consultas en bases de datos, y el acceso a los distintos servicios provistos por los servidores de la red de Campus.

---

<sup>8</sup> Fuente: <http://www.ts.es/doc/area/produccion/ral/BANDA.HTM>

#### 2.5.6.4.2 Modelo de Computación distribuida

Este tipo de modelo se encuentra especificado para aplicaciones que requieran de un procesamiento distribuido. Computación distribuida es un modelo de programación en el cual el procesamiento ocurre en muchos lugares (o hosts) diferentes a través de la red. Estas aplicaciones se utilizarían principalmente en el edificio de Ingeniería Civil y en el edificio de Ingeniería en Sistemas.

#### 2.5.6.5 Distribución de flujos

La distribución de los flujos depende del modelo de flujo que se haya determinado. Esta distribución de flujos es necesaria para determinar qué cantidad de flujo se queda dentro de un edificio y qué cantidad de flujo de datos sale hacia el backbone para transmitirse hacia otro edificio ó al exterior de la red de Campus. Para cada uno de los modelos planteados se proponen las siguientes distribuciones de flujo:

<b>Modelo</b>	<b>Distribución</b>
Cliente - Servidor	Distribución de flujo 80/20
Computación Distribuida	Distribución de flujo 50/50

El análisis de flujo viene expresado por XX/YY; donde XX representa el porcentaje del flujo que sale hacia el backbone y YY es el porcentaje de flujo que se queda dentro del edificio o grupo de edificios en los que se genera el tráfico.

En general se plantea la utilización de una distribución de flujo 80/20, es decir, 80% del tráfico generado sale hacia el backbone para ser transportado hacia otras edificaciones o hacia el exterior de la red de Campus, mientras que el 20% del tráfico generado se queda dentro del edificio. Tal consideración está basada en que:

- Los patrones de tráfico actuales en la red de Campus tienden a cambiar la regla general 20/80 en el diseño de redes a su invertido, 80/20.

- Los patrones de tráfico cliente/servidor obedecen cada vez más a la regla 80/20 debido principalmente a la centralización de los principales servidores de la red de Campus.
- El acceso a Internet es una de las aplicaciones más utilizadas por los usuarios de la red de Campus, lo cual ocasiona que la mayor parte del tráfico generado por los usuarios tenga que salir de las edificaciones hacia el backbone para ser encaminado hacia el exterior.

#### 2.5.6.6 **Análisis de flujos y tráfico del backbone de la red de Campus**

Como se puede observar en las estimaciones de tráfico anteriormente realizadas, para la red Administrativa y para la red Académica se consideraron los siguientes conjuntos de aplicaciones:

- **Conjunto de Aplicaciones 1.** Se consideran aplicaciones como; Acceso al Internet y acceso a bases de datos y servidores.
- **Conjunto de Aplicaciones 2.** Se consideran aplicaciones como: Acceso al Internet, acceso a Bases de datos y servidores, y Voz sobre IP.
- **Conjunto de Aplicaciones 3.** Se consideran aplicaciones como: Acceso al Internet, acceso a bases de datos y servidores, Voz sobre IP y Operación, administración y mantenimiento de la red de Campus.
- **Conjunto de Aplicaciones 4.** Se consideran aplicaciones como: Acceso al Internet, acceso a bases de datos y servidores, Voz sobre IP, y procesos de Computación distribuida.
- **Conjunto de Aplicaciones 5.** Se consideran aplicaciones como: Acceso al Internet, acceso a bases de datos y servidores, Voz sobre IP y visualización y adquisición de datos en tiempo real.
- **Conjunto de Aplicaciones 6.** Se consideran aplicaciones como: Acceso al Internet, acceso a bases de datos y servidores, y servicio de Videoconferencias.

Para el dimensionamiento de los enlaces desde cada uno de los edificios del Campus hacia el Backbone de la red, se utilizará la distribución de flujo 80/20 en

cada una de las dependencias del Campus, es decir, el 20% del tráfico generado en cada edificio se queda dentro del mismo, y el 80% del tráfico sale hacia otras dependencias o hacia redes externas.

Las Tablas 2.97 y 2.98 presentan los requerimientos específicos de los enlaces de la red de Campus para las dependencias de la parte norte del Campus y para las dependencias de la parte sur del Campus de la EPN respectivamente, considerando el análisis definido en esta sección, mostrando un resumen de las capacidades de los enlaces, los retardos mínimos planteados y la confiabilidad requerida en cada uno de los mismos.

Se considera además que del total del tráfico que cada una de las dependencias de la parte norte envía hacia el backbone, (80% del tráfico generado, aplicando la distribución de flujos), el 20% de este va hacia otras dependencias ubicadas en la parte norte de la Escuela y el 80% se dirige hacia la parte sur de la red de Campus, hacia dependencias ubicadas en este sector o principalmente hacia los servidores centralizados o hacia redes externas.

Para las dependencias ubicadas en la parte sur, se considera que del total del tráfico generado hacia el backbone de la red (80% del total del tráfico, aplicando distribución de flujos), el 20% irá hacia dependencias ubicadas en la parte norte de la red de Campus, y el 80% se dirigirá hacia dependencias de la parte sur, hacia los servidores centralizados, ó hacia redes externas.

Una consideración especial se realiza en el edificio de Ingeniería Civil, donde existe la gran mayoría de hosts que ejecutan aplicaciones de computación distribuida, con lo que la distribución del tráfico en este edificio se considera de 50/50.

Enlaces de la Parte Norte	Distribución de flujo	Tráfico estimado hacia el backbone aplicando la distribución de flujo Mbps		Enlaces requeridos Red de Campus Mbps		Retardo ms	Confiabilidad
		3 años	8 años	3 años	8 años		
Ingeniería Eléctrica	80/20	21,450	49,805	30	50	25	100%
Ingeniería Química	80/20	3,971	15,352	10	20	25	100%
Ingeniería Eléctrica - Química	80/20	43,179	74,500	50	80	25	100%
Ala norte	80/20	3,156	9,869	10	10	25	100%
Ingeniería Mecánica	80/20	13,978	28,792	20	30	25	100%
Ingeniería en Sistemas	80/20	53,645	126,536	50	130	25	100%
ESFOT, BID 05	80/20	16,881	49,121	20	50	25	100%
Propedéutico	80/20	10,360	37,832	10	40	25	100%
Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos	80/20	6,551	16,919	10	20	25	100%
Alimentos y Biotecnología	80/20	3,425	8,141	10	10	25	100%

**Tabla 2.97** Requerimientos específicos de los enlaces hacia el backbone para las dependencias de la parte norte del Campus.

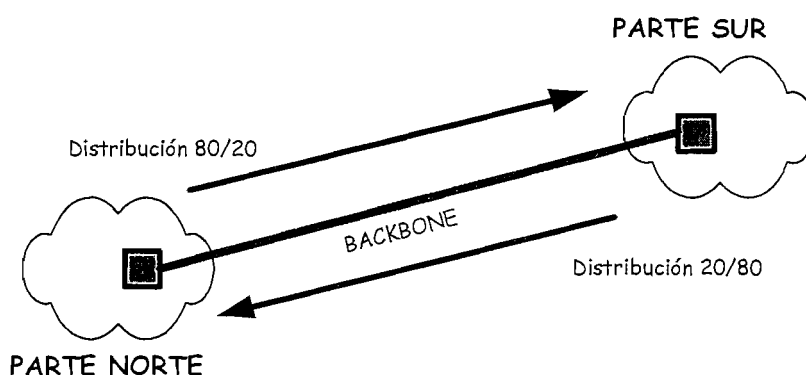
Enlaces de la Parte Sur	Distribución de flujo	Tráfico estimado hacia el backbone aplicando la distribución de flujo Mbps		Enlaces requeridos Red de Campus Mbps		Retardo ms	Confiabilidad
		3 años	8 años	3 años	8 años		
Administrativo	80/20	51,107	91,688	60	90	25	100%
Ingeniería Civil	50/50	97,488	183,312	100	200	25	100%
Hidráulica, Casa Mata, BID 02, BID 03	80/20	7,173	32,187	10	40	25	100%
EPCAE	80/20	10,345	15,575	20	20	25	100%
Abastecimientos	80/20	10,875	21,389	20	30	25	100%

**Tabla 2.98** Requerimientos específicos de los enlaces hacia el backbone para las dependencias de la parte sur del Campus.

Tales consideraciones se plantean a partir de los siguientes criterios:

- La mayoría de los servidores de la red de Campus estarán ubicados en el edificio Administrativo, en la parte sur de la red de Campus, según se plantea en el diseño expuesto en el Capítulo 3 del presente Proyecto.
- El acceso a otras redes, tal es el caso de la salida hacia el Internet o la conexión con otras redes externas, se plantea estará ubicado en el edificio Administrativo.
- La gran mayoría del tráfico generado por los usuarios de la red de Campus estará encaminado hacia el Internet.
- Los procesos de computación distribuida se realizarán principalmente entre los hosts dentro del edificio de Ingeniería Civil, por lo que la distribución de 50/50 para esta dependencia se considera la más adecuada.

Para el enlace a utilizarse en el backbone, se considera que las dependencias de la parte norte del Campus forman un único bloque que genera tráfico dentro y hacia fuera del mismo. De igual forma, las dependencias de la parte sur del Campus forman un único bloque que genera tráfico dentro y hacia el backbone principal como se muestra en la Figura 2.23.



**Figura 2.23** Distribución de flujo en el backbone del Campus

Los enlaces hacia el backbone son los encargados de cursar el tráfico proveniente de cada una de las dependencias del Campus hacia el núcleo de la red, por lo que es indispensable también el dimensionar el mismo. Para el caso de la red de Campus de la EPN, y dentro del proyecto planteado, se considera que el

backbone de la red une las dependencias de la parte norte del Campus con las dependencias de la parte Sur del mismo.

Se considera que, del total del tráfico que las dependencias de la parte norte entregan al backbone de la red de Campus, el 80% del mismo se dirige hacia la parte sur de la red de Campus, mientras que el 20% restante se encamina hacia las distintas dependencias ubicadas en la parte norte de la misma. Para las dependencias de la parte sur de la red, se considera que el 80% del tráfico generado hacia el backbone permanecerá en esta zona, sin la necesidad de atravesar el backbone, mientras que el 20% restante será encaminado hacia las distintas dependencias de la parte norte de la red de Campus, a través del backbone de la red. Tales consideraciones son tomadas en base a que:

- La gran mayoría del tráfico generado hacia el backbone se dirigirá hacia redes externas, tal es el caso del Internet, como lo demuestran las tendencias actuales de la red. El acceso a estas redes se encontrará en el edificio Administrativo, ubicado en la parte sur de la red de Campus, según lo planteado en el Capítulo 3 del presente Proyecto.
- El acceso a servidores y bases de datos será una de las principales aplicaciones de la red de Campus; tales servidores estarán centralizados en el edificio Administrativo, según lo planteado en el Capítulo 3 del presente Proyecto.

La Tabla 2.99 muestra la distribución de flujo en el backbone en base a las consideraciones anteriormente planteadas, y la capacidad del mismo.

Enlace backbone	Distribución de Flujo	Enlaces requeridos Mbps		Enlaces requeridos Red de Campus Mbps		Retardo ms	Confiabilidad
		3 años	8 años	3 años	8 años		
norte - sur	80/20	141.277	333.493	200	500	25	100%
sur - norte	20/80	35.398	68.830			25	100%
Capacidad total del enlace		176.674	402.323			25	100%

**Tabla 2.99** Distribución de flujo en el backbone de la red.



Así, se considera la siguiente distribución de flujo para el enlace del backbone:

De la Tabla 2.99 se concluye que para el backbone de la red de Campus, es necesario un enlace que soporte un tráfico de 500 Mbps, dentro de la proyección final a ocho años.

Los requerimientos de retardo y confiabilidad de los enlaces son obtenidos a partir de las aplicaciones más críticas planteadas para la red de Campus.

### **2.5.7 REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS DE RED**

Hace referencia a los requerimientos generales que se necesitan dentro de la red en lo referente a:

- Tolerancia a fallas.
- Escalabilidad.
- Calidad de Servicio.
- Administración de la red.
- Seguridad de la red de Campus.

#### **2.5.7.1 Tolerancia a fallas**

La tolerancia a fallas es un aspecto importante dentro de la red de Campus, de tal forma que, en caso de problemas en la misma, se pueda garantizar el servicio, en lo posible, a los usuarios de la red. Algunos parámetros a tomar en cuenta para lograrlo son los siguientes:

- Tener equipos de calidad en la red de Campus, garantizando su funcionamiento y el soporte de fabricantes o distribuidores en caso de ser requerido.
- Disponer de un backup de equipos importantes en la red.
- Disponer de sistemas de respaldo de energía para los principales dispositivos de la red de Campus.

- Disponer de servidores de red redundantes, de tal forma que en caso de fallas en uno de ellos, el reemplazo sea prácticamente automático.
- Que la red de Campus disponga de redundancia de conexiones en los puntos críticos de la red, es decir, en el backbone y en las dependencias que concentran la mayor cantidad de usuarios.

#### **2.5.7.2 Escalabilidad**

- La red de Campus debe ser diseñada de tal forma que los requerimientos en cuanto al número de usuarios y hosts sean cubiertos según las estimaciones realizadas en la sección 2.5.4.1 del presente Proyecto.
- El ancho de banda disponible para cada una de las dependencias soportar el número de usuarios proyectados dentro de 8 años.
- La selección de la tecnología a implementarse en la red de Campus es un factor determinante para la escalabilidad de la red de Campus, por lo que debe considerarse las ventajas y riesgos de adquirir tecnología de punta.

#### **2.5.7.3 Calidad de Servicio**

- En vista de que el objetivo de este proyecto es el de proveer de Calidad de Servicio a la Polired, es importante establecer como requerimientos que la red soporte protocolos de QoS como los analizados en el capítulo uno, los mismos que dependerán de los equipos activos que se incluyan dentro del diseño, ya que los mismos deberán soportar tales protocolos:
- Que la red garantice la integridad de los datos que circulan por ella, gracias al uso adecuado de los protocolos de Calidad de Servicio.
- Dentro de los requerimientos de Calidad de Servicio, se considera que se cumpla la priorización del tráfico para las aplicaciones que así lo necesiten, como por ejemplo, multimedia, videoconferencia, debido a que existen aplicaciones que, por ejecutarse en tiempo real necesitan difundirse con mayor prioridad que un mensaje de correo.

- Para que la red soporte Calidad de Servicio, los principales equipos que conforman la misma deben permitir que se trabajen con los protocolos de Calidad de Servicio analizados en el capítulo uno.

#### 2.5.7.4 Administración de la red

Se deben cubrir parámetros importantes, los cuales vienen dados a continuación en términos generales.

- *Monitoreo*, implica la obtención de los parámetros para la administración de la red.
- *Monitoreo para notificación de algún evento*, esto a su vez involucra la obtención de datos críticos de la red en intervalos específicos de tiempo, con esto se puede tener un conocimiento del estado de la misma y de esta manera aislar y resolver posibles problemas.
- Como se ha mencionado en cuanto a la *asignación de direcciones IP*, se debe tener muy en cuenta la necesidad de buscar mecanismos para la optimización de dicho recurso.
- *Seguridad*, es un tema muy crítico en una red de Campus, ya que de no existir políticas adecuadas de seguridad, la red queda a merced de posibles ataques maliciosos.

#### 2.5.7.5 Seguridad de la red de Campus

- La correcta separación e independencia, entre las redes Administrativa y Académica es un aspecto a tomar en cuenta para la seguridad interna de la red de Campus.
- Control en el ingreso de usuarios a las dos redes.
- Restricciones a cierta clase de información a usuarios no autorizados.
- Implementación de *Firewall*, en el punto de conexión de la Polired con redes externas, para fortalecer las seguridades de la red de Campus y evitar el acceso de usuarios no autorizados principalmente desde el Internet, problema muy común en la actualidad en redes universitarias.

# CAPÍTULO 3

## DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS TOMANDO EN CUENTA CALIDAD DE SERVICIO

En el presente capítulo se realiza una comparación de los distintos protocolos de calidad de servicio para realizar la elección de los más adecuados a implementar dentro del diseño de cada capa que se ha considerado para la red de Campus.

Se realiza el diseño de las capas que conformarán la red; backbone, distribución y acceso, todo esto considerando los valores obtenidos en el capítulo 2.

El capítulo presenta el dimensionamiento de los equipos a utilizarse en la red, considerando factores importantes que van desde costos hasta la factibilidad de los mismos para proveer Calidad de Servicio dentro de la red de Campus.

Existen tópicos importantes como son los factores de seguridad que deben ser considerados y ejecutados para alcanzar un nivel de confiabilidad de la red, previniendo ataques internos como externos.

Finalmente se realiza una estimación económica que representaría el implantar el presente diseño acompañada de un diagrama de Gantt el cual detalla el proceso de dicha implementación.

# CAPÍTULO 3

## **3 DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS DE LA EPN TOMANDO EN CUENTA CALIDAD DE SERVICIO**

### **3.1 COMPARACIÓN ENTRE LOS DISTINTOS PROTOCOLOS DE CALIDAD DE SERVICIO**

Existen varios métodos y alternativas a implementar en una red de Campus para brindar distintos niveles de Calidad de Servicio, como los tratados en el capítulo uno del presente Proyecto.

Cada uno de los protocolos y arquitecturas presentan sus ventajas y desventajas; es importante mencionar cada uno de ellos, para determinar la propuesta a implementarse en la red de Campus de la Escuela Politécnica Nacional.

A continuación se detalla las ventajas y desventajas de los protocolos y arquitecturas de Calidad de Servicio más importantes. Entre las arquitecturas y protocolos más importantes se tienen:

- Arquitectura de Servicios Diferenciados
- Arquitectura de Servicios Integrados
- Arquitectura MPLS
- Protocolo IEEE 802.1p
- Protocolo SBM

### 3.1.1 ARQUITECTURA DE SERVICIOS DIFERENCIADOS

La arquitectura de Servicios Diferenciados tiene como objetivo posibilitar una discriminación de servicios escalable en Internet y en redes IP. Utiliza la separación de los conceptos básicos de operación de los ruteadores de reenvío o envío hacia delante (*forwarding*) y control (enrutamiento). Los servicios diferenciados proporcionan mecanismos de Calidad de Servicio para reducir la carga en dispositivos de la red a través de un mapeo entre flujos de tráfico y niveles de servicio. Los flujos de tráfico son una secuencia de datagramas que se producen como resultado de una acción del usuario y requieren la misma Calidad de Servicio.

#### 3.1.1.1 Ventajas

- En vez de distinguir flujos individuales, clasifica los paquetes en categorías (según el tipo de servicio solicitado).
- Los usuarios pueden contratar o solicitar un determinado ancho de banda en una categoría dada.
- Los ruteadores tratan cada paquete según su categoría (que se especifica en la cabecera del paquete). Las políticas de control y admisión sólo se han de efectuar en los ruteadores de borde.
- DiffServ permite agregar flujos de tráfico, de forma que el modelo sea escalable.
- Los ruteadores que trabajan bajo esta arquitectura de Calidad de Servicio son de elevada velocidad de procesamiento de datos, ya que limitan la complejidad de encapsulación y encolado.
- Diffserv es mucho más fácil de implementar que otras arquitecturas como Intserv, ya que cada paquete que viaja dentro de la red lleva en su cabecera un campo para marcar y diferenciar su tratamiento, evitando aplicar directivas de Calidad de Servicio en cada ruteador por el que atraviere dicho paquete.

- Diffserv permite el mapeo de prioridades del protocolo 802.1p que trabaja en capa 2 hacia la capa 3, mejorando y garantizando los parámetros de Calidad de Servicio de la red LAN.

#### **3.1.1.2 Desventajas**

- No es una arquitectura que se aplica de extremo a extremo ya que cada paquete lleva su información de priorización.
- Requiere del sobredimensionamiento de los equipos y de la red en general.
- Los servicios que trabajan bajo esta arquitectura son del tipo predictivo.

### **3.1.2 ARQUITECTURA DE SERVICIOS INTEGRADOS**

Intserv es una arquitectura para definir servicios. Como tal, incluye un conjunto de mecanismos de control de tráfico. Los servicios Intsev se suelen aplicar por sesión individual. Normalmente, aunque no de forma necesaria, Intserv se asocia con el protocolo de señalización RSVP (Resource Reservation Protocol).

#### **3.1.2.1 Ventajas**

- Especifica un mecanismo para soportar sesiones de extremo a extremo a través de una red, que necesita una específica Calidad de Servicio.
- Utiliza un protocolo de reserva de recursos conocido como RSVP para asegurar que cada paquete de datos en tránsito por la red sea chequeado para ver qué recursos le corresponden recibir.

#### **3.1.2.2 Desventajas**

- Necesita de un nuevo software tanto para el envío de paquetes como también para el control de todos los ruteadores a lo largo de todo el camino de red.

- El overhead por paquete en la implementación de los chequeos necesarios y administración de los recursos es considerablemente grande.

### 3.1.3 ARQUITECTURA MPLS

MPLS (Multiprotocol Label Switching) es una arquitectura que intenta conseguir las ventajas de ATM, para lo que asigna a los datagramas de cada flujo una etiqueta única que permite una comunicación rápida entre los ruteadores intermedios; es decir, sólo se mira la etiqueta en cada ruteador y no la dirección destino.

#### 3.1.3.1 Ventajas

- Se basa en la separación de las funciones de control (routing) y de envío (forwarding).
- Realiza el envío de paquetes IP a gran velocidad de un modo simplificado y eficiente.
- Las redes que utilizan esta arquitectura son fácilmente escalables.
- Es compatible con Intserv y Diffserv.

#### 3.1.3.2 Desventajas

- No es probable que los hosts implementen MPLS. Necesitan enviar los paquetes a un dispositivo de capa 3 que pueda examinar la cabecera del paquete, para tomar luego las correspondientes decisiones sobre su envío hacia su destino final.
- Las etiquetas MPLS tienen sólo significado local. Esto implica que en algún punto del camino algún dispositivo de capa 3 deberá examinar la cabecera del paquete para determinar con exactitud cuándo lo envía.
- Es una tecnología implementada en contados sitios, debido principalmente a la poca penetración de la misma en el mercado, enfocada *principalmente* a brindar Calidad de Servicio en redes WAN.



### 3.1.4 PROTOCOLO IEEE 802.1P

El protocolo 802.1p es un mecanismo de control del tráfico apropiado para el uso en redes de área local, operando a nivel de capa 2 del modelo OSI. Define un campo en el encabezado de acceso al medio (MAC) de los paquetes Ethernet, que puede transportar uno de los ocho valores preferentes.

Los hosts o los ruteadores que envían tráfico a la LAN marcan cada paquete transmitido con el valor de preferencia adecuado. Los dispositivos LAN, deben tratar los paquetes de forma adecuada.

#### 3.1.4.1 Ventajas

- Es un protocolo de capa 2 utilizado en la gran mayoría de dispositivos comercializados en el mundo.
- Introduce el concepto de clases de tráfico (priorización de tráfico) y su efecto en el envío de tramas.
- Esta norma va a permitir diferenciar entre 8 tipos de clases de tráfico clasificados como “prioridades de usuario” (*user\_priority*) por cada puerto, siendo el rango de valores de prioridad de usuario del 0 (baja prioridad) al 7 (alta prioridad).
- Permite gestionar el retardo de transmisión de una trama en un dispositivo de red que maneje esta norma, asociándole una prioridad de usuario (*user\_priority*) a la misma.

#### 3.1.4.2 Desventajas

- Es un protocolo que trabaja en la Capa 2 del modelo de Referencia OSI, por lo que no realiza distinción de los flujos de tráfico por aplicación.

### **3.1.5 PROTOCOLO SBM**

SMB es un protocolo para gestión del ancho de banda, diseñado para ser aplicado e implementado en redes LAN; es un protocolo de señalización que permite la comunicación y coordinación del protocolo 802.1p en la capa 2 del modelo de Referencia OSI, con protocolos de Calidad de Servicio de capas superiores.

#### **3.1.5.1 Ventajas**

- Está diseñado para trabajar sobre de cualquier tipo de tecnología LAN en la que se requiera garantizar niveles de Calidad de Servicio, sea esta Ethernet, Token Ring, FDDI, etc.
- Permite el mapeo del protocolo 802.1p, que trabaja a nivel de capa 2 del modelo de Referencia OSI, hacia protocolos que garanticen Calidad de Servicio en capas superiores.

#### **3.1.5.2 Desventajas**

- SBM está diseñado para trabajar principalmente con el protocolo RSVP, utilizado para la reserva de recursos a nivel de capa 3 del modelo de referencia OSI.

## **3.2 OBJETIVOS DEL DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS DE LA EPN**

El objetivo principal que persigue el diseño es que la red de Campus de la Escuela Politécnica Nacional funcione eficientemente. Además, existen objetivos específicos para el diseño de la red:

- Diseñar una red que proporcione los servicios que los usuarios necesiten actualmente, así como en un futuro cercano.

- 
- Que la red sea fácilmente extensible y mantenible, de tal forma que se puedan añadir uno o varios usuarios sin la necesidad de cambiar el diseño.
  - Que la red se mantenga siempre operativa, de tal forma que los usuarios, sean autoridades administrativas, académicas o estudiantes, puedan acceder a los servicios que la red de Campus proporcione en cualquier momento y desde cualquier lugar dentro del Campus.
  - Que la red sea en lo posible sencilla de administrar.
  - Que la detección y solución de fallas en la red de Campus se realice en el menor tiempo posible, a través de una correcta administración y monitoreo de la misma.
  - Que el diseño sea escalable y con tecnología moderna.
  - Que la red brinde los niveles de Calidad de Servicio necesarios para el correcto funcionamiento de las aplicaciones que se corren sobre la misma.
  - Que el diseño permita un manejo integrado de los componentes que forman la red.
  - Que el diseño permita la optimización de los recursos existentes en donde y cuando sea posible.

Actualmente, y a testimonio de las personas encargadas de la red de Campus actual y varios usuarios de la red de Campus, ésta no está diseñada correctamente de acuerdo con las exigencias actuales de la Universidad moderna, produciendo sobrecarga en los servidores, cuellos de botella que inciden en el desempeño de ciertas aplicaciones y hosts.

Como primer paso, para solucionar parcialmente estos problemas, y considerando que actualmente la principal utilidad de la red de Campus es brindar salida a Internet, la Escuela ha contratado más ancho de banda con el ISP. Con ello se consiguen solucionar parcialmente problemas actuales; sin embargo, a medida que el tráfico dentro de la Polired se incrementa debido al inevitable aumento de los usuarios de la misma, puede no ser la solución óptima y a largo plazo el problema será persistente.

- Que la red sea fácilmente extensible y mantenible, de tal forma que se puedan añadir uno o varios usuarios sin la necesidad de cambiar el diseño.
- Que la red se mantenga siempre operativa, de tal forma que los usuarios, sean autoridades administrativas, académicas o estudiantes, puedan acceder a los servicios que la red de Campus proporcione en cualquier momento y desde cualquier lugar dentro del Campus.
- Que la red sea en lo posible sencilla de administrar.
- Que la detección y solución de fallas en la red de Campus se realice en el menor tiempo posible, a través de una correcta administración y monitoreo de la misma.
- Que el diseño sea escalable y con tecnología moderna.
- Que la red brinde los niveles de Calidad de Servicio necesarios para el correcto funcionamiento de las aplicaciones que se corren sobre la misma.
- Que el diseño permita un manejo integrado de los componentes que forman la red.
- Que el diseño permita la optimización de los recursos existentes en donde y cuando sea posible.

Actualmente, y a testimonio de las personas encargadas de la red de Campus actual y varios usuarios de la red de Campus, esta no está diseñada correctamente de acuerdo con las exigencias actuales de la Universidad moderna, produciendo sobrecarga en los servidores, cuellos de botella que inciden en el desempeño de ciertas aplicaciones y hosts.

Como primer paso, para solucionar parcialmente estos problemas, y considerando que actualmente la principal utilidad de la red de Campus es brindar salida a Internet, la Escuela ha contratado más ancho de banda con el ISP. Con ello se consiguen solucionar parcialmente problemas actuales; sin embargo, a medida que el tráfico dentro de la Polired se incrementa debido al inevitable aumento de los usuarios de la misma, puede no ser la solución óptima y a largo plazo el problema será persistente.

---

En la nueva fase de desarrollo de la red de la Escuela Politécnica Nacional se plantea incorporar nuevos servicios como:

- Sistemas Operativos avanzados (Win XP, Win2000, etc.)
- Aplicaciones multitarea.
- Aplicaciones cliente-servidor.
- Aplicaciones de base de datos distribuidas.
- Aplicaciones de computación distribuida.
- Sistemas de gestión e Intranet basados en web.
- Servicios de videoconferencia, universidad virtual, acceso a bibliotecas, matrículas on-line, etc.

Para la provisión de tales servicios se requiere de un sistema de comunicaciones, con altas capacidades en ancho de banda y procesamiento de datos, para soportar aplicaciones basadas en *web* y tecnología multimedia, con control de tráfico y gestión de red adecuadas, así como también con medios de transmisión funcionales de 7 a 10 años, evitando el *broadcast* innecesario, las colisiones y manteniendo un ancho de banda adecuado para la transmisión de la información.

Además, desde el punto de vista universitario, es cada día más importante el contar con educación que disponga tecnología de punta y aplicaciones que desembocan en una universidad virtual al alcance de todos y cada uno de los miembros de la comunidad universitaria, poniendo a su servicio todos los recursos que un Centro de Educación Superior dispone.

### **3.3 MEDICIONES DE TRÁFICO**

La herramienta para diagnóstico y análisis de rendimiento utilizada en este proyecto para obtener y revisar información de la red de Campus de la Escuela Politécnica Nacional fue el software *Ethereal Network Protocol Analyzer*, el cual desglosa los paquetes que viajan a través de la red mostrando las características de cada uno de ellos y describiendo el protocolo que se transporta dentro de cada

uno de ellos. Lo dicho se presenta en las mediciones de tráfico, en el Capítulo 2, sección 2.5.4.5 y 2.5.4.6.

### 3.3.1 MODELOS DE PATRONES DE TRÁFICO

Una de las primeras consideraciones a tomar en cuenta dentro del diseño de la red de Campus de la Escuela Politécnica Nacional es el comprender qué aplicaciones y tráfico de red tiene que soportar. Cada aplicación tiene ciertas características que juegan un papel importante en el diseño de una red. Tales características incluyen la comunicación cliente – servidor, el ancho de banda que las aplicaciones utilizan, retardos y requerimientos de tiempo de respuesta y dónde se ejecuta la aplicación. El tráfico de datos lo generan los dispositivos y aplicaciones que se ejecutan en la red, así como también el acceso a Internet por parte de los usuarios. La mayoría de estas aplicaciones se encargan del procesamiento de texto, transferencia de ficheros y correo electrónico. Tales aplicaciones generalmente no requieren demasiado ancho de banda y sus modelos de tráfico son intuitivos. En cambio, la mayoría de la redes LAN modernas tienen y necesitan mucho más aplicaciones básicas, entre ellas, voz sobre IP, videoconferencia, pizarras compartidas, bibliotecas virtuales, pero las características de estas aplicaciones no siempre son fáciles de predecir.

#### 3.3.1.1 Efectos del tráfico broadcast

Un elemento adicional pero no menos importante dentro del diseño de la red de Campus es comprender cómo trabaja el tráfico *broadcast*; ya que puede bloquear la red al generarse demasiado tráfico de este tipo.

##### 3.3.1.1.1 Tipos de tramas broadcast

Existen algunos tipos importantes de tramas de *broadcast*, las cuales en ciertos casos son necesarias para el correcto desempeño de la red. Sin embargo, el excesivo tráfico de *broadcast* puede provocar que la red se bloquee, ocasionando

serios problemas a los usuarios y administradores. La Tabla 3.1 muestra las tramas de *broadcast* más importantes y su utilización.

Trama broadcast	Abreviación	Definición
Petición de IP ARP (IP Address Resolution Protocol)	IP ARP	Difusión para aprender la dirección MAC que corresponde a una determinada dirección IP.
Petición de DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)	DHCP Request	Difusión para obtener una dirección IP para una estación de trabajo cuando ésta no usa una dirección IP fija.
Paquete de IPX SAP (IPX Service Advertisement Packet)	IPX SAP	Difusión que pone en conocimiento los servicios que un servidor IPX soporta.
Actualización de ruteadores		Difusión enviada por los ruteadores con las modificaciones de la tabla de routing a otros ruteadores.

**Tabla 3.1** Tipos de tramas broadcast<sup>1</sup>

Las consideraciones que se toman en cuenta para este tipo de tráfico son:

- *Broadcast* es un tráfico necesario y útil; sin embargo, demasiado tráfico de este tipo puede causar problemas de rendimiento de la red. La gestión de éste tipo de tráfico es un aspecto crítico del diseño de la red de Campus.
- Los conmutadores de capa 2 permiten el paso del tráfico *broadcast*.
- El uso de ruteadores o conmutadores de capa 3 es el método más efectivo para controlar este tipo de tráfico.
- Limitar las aplicaciones que generan demasiado tráfico es una forma de controlar el tráfico broadcast.
- Las nuevas aplicaciones deberían ser evaluadas por su impacto y por su tráfico *broadcast* antes de instalarlas en la red de Campus.

<sup>1</sup> Lago Ana Belén, Diseño de redes de Campus, Capítulo 6, sección 6.5.1.2

### 3.3.1.2 Tráfico Multimedia

Es importante considerar dentro del diseño de la red de Campus la posible presencia del tráfico multimedia, ya que ofrece la integración de sonido, gráficos, animaciones, texto y vídeo; y por tal motivo, exige varios requerimientos a la red antes de que pueda operar exitosamente.

#### 3.3.1.2.1 Tipos de aplicaciones multimedia

Existen varios tipos de aplicaciones multimedia; las más comunes se presentan a continuación:

- Enseñanza a distancia (Tele-educación).
- Imágenes en tiempo real.
- Videoconferencia.
- Pizarras compartidas.

Dentro del diseño de la red de Campus de la EPN, se espera que las aplicaciones multimedia citadas anteriormente puedan ser integradas y puestas en funcionamiento para cuando el nuevo diseño de red se encuentre completamente operativo y pueda soportar el tráfico que generan las mismas.

#### 3.3.1.2.2 Características del tráfico multimedia

En tráfico multimedia puede viajar, con la ayuda de diversos métodos, como tráfico *unicast*, *broadcast* y *multicast*. Cada método tiene diferente efecto dentro de la subred que lo maneja, o en forma general dentro de toda la red de Campus.

##### 3.3.1.2.2.1 Multimedia como tráfico unicast

El tráfico *unicast* es punto a punto. En el pasado, para que los usuarios accedan a una conferencia de vídeo, cada usuario se conectaba al servidor de vídeo central,



---

el cual validaba a cada usuario y le presentaba las conferencias permitidas; en resumen, el servidor distribuía los flujos de vídeo a cada usuario.

El problema de este tipo de tráfico es que el servidor envía múltiples flujos del mismo paquete de datos a través de la red para los usuarios que hicieron la petición de dichos paquetes. En la actualidad existen otros métodos de distribución manejando estos flujos como tráfico multimedia, y el tráfico *unicast* se utiliza en casos particulares.

#### **3.3.1.2.2 Multimedia como Tráfico Broadcast**

Este tipo de tráfico es utilizado para aplicaciones punto a multipunto. Se envía un solo paquete de datos en la red para todos los usuarios, pero esto trae como inconveniente que usuarios que no solicitaron dichos paquetes, también los reciban; por tal motivo, este tipo de tráfico no es utilizado para aplicaciones multimedia dentro del diseño de la red de Campus.

#### **3.3.1.2.3 Multimedia como Tráfico Multicast**

Esté tráfico es punto a multipunto; pero a diferencia del tráfico *broadcast*, el paquete de datos es enviado solamente a los usuarios que solicitaron el servicio; por tal razón, este tipo de tráfico será el más utilizado para transportar aplicaciones multimedia dentro de la red de Campus.

### **3.4 DETERMINACIÓN DEL MODELO A IMPLEMENTARSE EN LA EPN**

En la actualidad y con la aparición de nuevas tecnologías y aplicaciones, se requiere un diseño estructurado de la red de Campus, tomando como base que el diseño sea escalable y con tecnología moderna, que se consiga un alto

---

rendimiento y Calidad de Servicio eficiente, permitiendo un manejo integrado de los componentes que forman la red.

### **3.4.1 COMPARACIÓN DE MODELOS DE DISEÑO DE REDES DE CAMPUS**

A continuación se describen algunos modelos de diseño de redes de Campus, de los cuales se seleccionará el más adecuado para ser implementado en la red de Campus.

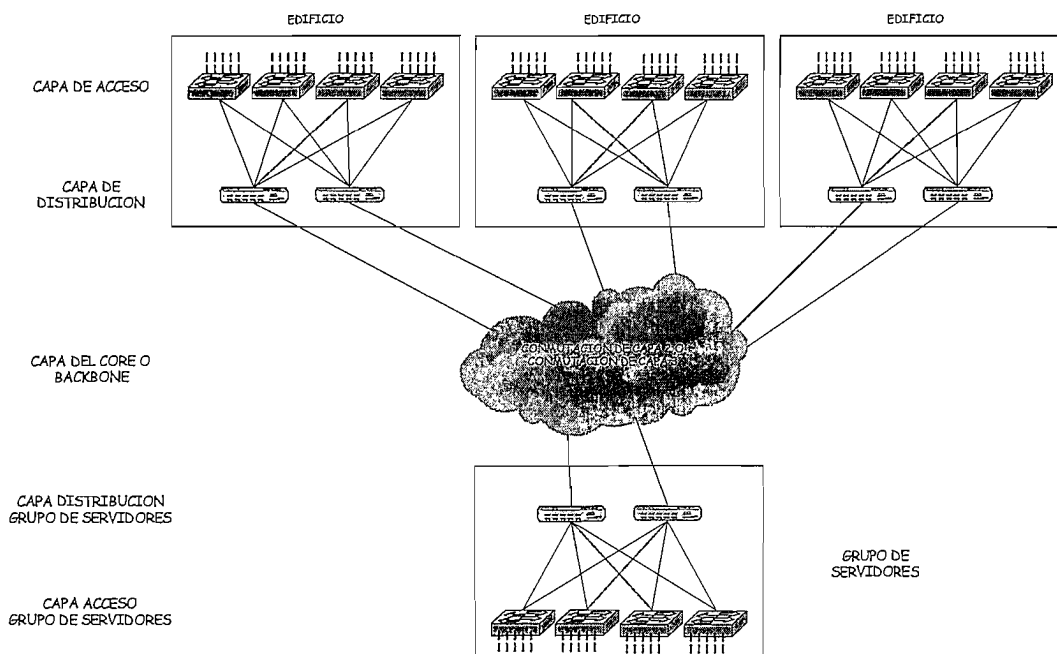
#### **3.4.1.1 Modelo de VLAN en redes de Campus**

En este modelo, se utiliza conmutación de capa 2 para el acceso, distribución y backbone de la red. La escalabilidad y rendimiento del modelo VLAN está limitado por las características del protocolo Spanning Tree (STP), el cual no es tratado dentro del presente Proyecto de Titulación. Cada VLAN es equivalente a una red con puentes. El modelo de VLANs en una red de Campus provee la posibilidad de mover hosts configurados estáticamente a diferentes pisos o edificios dentro del Campus. Cada conmutador de acceso determina las políticas de acceso y los permisos para acceder a una VLAN o para agregar un puerto a la VLAN apropiada.

#### **3.4.1.2 Modelo de Conmutación Multicapa**

El diseño de una red de Campus multicapa consiste en realizar la segmentación del Campus universitario en varios bloques, cada uno de los cuales representa uno de los edificios dentro del mismo, los cuales se interconectan a través de un *backbone* de Campus.

La Figura 3.1 muestra un diseño jerárquico de una red de Campus genérica, para comprender de mejor manera la división en capas que plantea el modelo.



**Figura 3.1** Diseño jerárquico de una red de Campus genérica

Una ventaja del diseño de Campus multicapa es su escalabilidad. Nuevos edificios y grupos de servidores pueden ser fácilmente añadidos, sin la necesidad de cambiar el diseño. La redundancia dentro de cada uno de los bloques mencionados es un aspecto muy importante para tener un nivel de disponibilidad aceptable, la cual debe ser extendida con redundancia en el *backbone* principal y secundario. El diseño de Campus multicapa toma ventaja de muchos servicios de capa 3 incluyendo segmentación, balanceo de carga mediante enlaces redundantes y recuperación ante fallas graves. Además, el modelo jerárquico planteado presenta las siguientes ventajas:

- Simplifica el diseño de la red.
- Facilita la migración rápida de la red y el cambio de tecnología en cualquiera de las capas del modelo.
- Permite la depuración y solución de problemas mucho más rápido que en otros modelos.
- Simplifica la implementación de la red y su manejo.

### 3.4.1.3 Selección del modelo a implementarse en la red de Campus

El modelo de Conmutación Multicapa será utilizado en el diseño, ya que presenta las siguientes ventajas:

- Los daños y problemas en la red son fáciles de detectar, ubicar y arreglar conforme ésta se va expandiendo.
- La migración hacia nuevas tecnologías resulta fácil, ya que la red puede mantener, por ejemplo, el direccionamiento existente o la topología de la misma.
- La supresión de tráfico *broadcast* en el backbone, el filtraje de protocolos y el enrutamiento permiten alcanzar una red robusta y con alta disponibilidad.
- Se puede obtener una red con alto grado de modularidad, escalabilidad, tolerancia a fallas, capacidad de crecimiento y fácil manejo, sin la necesidad de cambiar el diseño.

## 3.5 DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS CON CONMUTACIÓN MULTICAPA

La mayor fortaleza del modelo multicapa surge de su naturaleza *modular y jerárquica*.

Es *jerárquica* porque están claramente definidas y especificadas tres capas:

- La **capa de acceso**, formada por equipos activos que dan entrada a la red a los dispositivos que se conectan a ellos.
- La **capa de distribución**, que es la demarcación entre las redes en la capa acceso y el backbone.
- La **capa del core** o **backbone**, que viene a ser la parte central de la red.

La modularidad del Campus implica que cada elemento dentro de una capa realiza la misma función lógica, es decir, cada dispositivo dentro de una capa es

programado de la misma forma y realiza el mismo trabajo, haciendo la configuración mucho más fácil y eficiente. Una ventaja clave del diseño modular es que diferentes tecnologías pueden ser utilizadas sin ningún impacto en la estructura lógica del modelo, de tal forma que la migración e integración de nuevas tecnologías sea mucho más sencilla.

### 3.5.1 DISEÑO DEL BACKBONE PARA LA RED DE CAMPUS

El backbone de la red lo conformarán dos dispositivos: uno ubicado en el edificio Administrativo y otro ubicado en el edificio de Ingeniería Eléctrica – Química; éstos serán interconectados a través del tendido de fibra óptica existente entre ambos edificios. La Tabla 3.2 presenta el dimensionamiento en Mbps del enlace de backbone, según los análisis realizados en la sección 2.5.6.6 del Capítulo 2 del presente Proyecto.

Enlace Backbone	Enlace Requerido Mbps	
	3 años	8 años
Eléctrica-Química / Administrativo	200	500

**Tabla 3.2** *Enlace principal para el backbone de la red*

De la Tabla 3.2, se puede concluir que para la implementación total del diseño, se requiere que el backbone de la red opere por lo menos a 500 Mbps.

#### 3.5.1.1 Tecnologías de backbone

Existen en la actualidad diferentes tipos de tecnologías de red que se pueden utilizar dentro del backbone de redes de Campus, de las cuales es necesario escoger una y justificar el porqué de dicha elección; a continuación, se presentan las características de las tecnologías de red de mayor relevancia, y la elección de

la mejor para la red de Campus de la EPN, en base al dimensionamiento planteado en el Capítulo 2 del presente Proyecto.

#### 3.5.1.1.1 *Backbone ATM*

Hasta ahora, la única tecnología capaz de garantizar Calidad de Servicio (QoS) y gestión de tráfico era ATM. Ahora que el ATM Forum y el Internet *Engineering Task Force* (IETF) han completado sus especificaciones para LAN *Emulation* (LANE) y *Classical* IP sobre ATM (IPoATM) respectivamente, la industria del *networking* está en condiciones de llevar ATM hasta las redes locales de los usuarios.

ATM es una tecnología concebida para implementar subredes de comunicación: tanto WAN como LAN. Segmenta la información en paquetes de tamaño fijo denominados celdas. Permite transportar todo tipo de información: datos, voz y vídeo.

El tamaño de las celdas se fijó en 53 bytes considerando que:

- Si las celdas son muy pequeñas la eficiencia de la red es baja, y
- Si las celdas son muy grandes el retardo de propagación en la red aumenta.

ATM es una tecnología de conmutación de celdas, por lo que cada transmisión utiliza un circuito virtual dedicado. El resultado es un ancho de banda garantizado para cada transmisión y una alta eficiencia en el uso de la infraestructura de red. Se pueden tener velocidades de 2, 34, 155, 622 Mbps; inclusive 2.5 Gbps. Soporta el modo de operación full-dúplex. Puede ser implementada sobre par trenzado, cable coaxial y fibra óptica.

---

ATM tiene como ventajas el ser una tecnología madura y fiable, con QoS predecible, muy buena para gestión de tráfico y con la que es posible atender servicios heredados.

#### **3.5.1.1.1 Limitaciones de la tecnología ATM**

Los inconvenientes de ATM son también notables: Es poco eficiente en cuanto a ancho de banda (cell-tax), presenta un overhead de proceso importante, no es escalable y los equipos son bastante caros en comparación con tecnologías como Ethernet o Fast Ethernet.

#### *3.5.1.1.2 Backbone Gigabit Ethernet*

Al requerir un enlace en el backbone de 500 Mbps, se puede dimensionar el mismo con un enlace de 1000 Mbps, es decir, Gigabit Ethernet.

*Gigabit Ethernet* ofrece un ancho de banda de 1000 Mbps, ancho de banda que resulta más que suficiente en comparación con el dimensionamiento del backbone para la red de Campus que se presenta en la Tabla 3.2. Es una tecnología de alta compatibilidad con cualquier tipo de red ethernet y resulta muy económica en comparación con tecnologías como ATM y Frame Relay. Es una red fácil de configurar y gestionar y permite conexión rápida entre la capa física y la capa de red, proporcionando soporte para videoconferencia, imágenes complejas, y otras aplicaciones que generan gran caudal de información. Viene definida por el estándar IEEE 802.3z, donde se especifica la transmisión de datos en modo full dúplex sobre fibra óptica.

#### **3.5.1.1.2.1 Limitaciones de la tecnología Gigabit Ethernet**

Dependiendo del tipo de medio de transmisión que se utilice, existen limitaciones en cuanto a: distancias y número de hosts por segmento.

En la Tabla 3.3 se presentan las características generales de la tecnología *Gigabit Ethernet*.

Tipo	Característica
1000 Base Cx	Cable: STP 2 pares. Distancia: 25 m
1000 Base T	Cable: UTP Categoría 5e. Distancia: 100 m.
1000 Base Sx	Bajas longitudes de onda Ventana de trabajo: 850 nm. Fibra Multimodo 50 $\mu\text{m}$ , distancia: 550 m. Fibra Multimodo 62.5 $\mu\text{m}$ , distancia: 250 m.
1000 Base Lx	Longitudes de onda larga. Ventana de trabajo: 1330 nm. Tipo de fibra: Monomodo, distancia: 3 km. Tipo de fibra: Multimodo 50 $\mu\text{m}$ , distancia 550 m. Tipo de fibra: Multimodo 62.5 $\mu\text{m}$ , distancia 440 m

**Tabla 3.3** Características de la tecnología *Gigabit Ethernet*.

Para el caso del backbone de la red de Campus, es importante tomar en cuenta las limitantes de longitud para fibras multimodo de 62.5  $\mu\text{m}$ , ya que éstas son las que actualmente unen las dependencias de la Escuela. Una de las principales limitantes de la tecnología *Gigabit Ethernet*, es que, a diferencia de ATM, carece de mecanismos para la provisión de Calidad de Servicio. Sin embargo, estos mecanismos son provistos a través de la implementación de las arquitecturas, mecanismos y protocolos de Calidad de Servicio planteados en el Capítulo 1 del presente Proyecto.

#### 3.5.1.1.3 Selección de la tecnología para el backbone de red

Para la propuesta de diseño, la tecnología escogida a implantarse en el backbone de la red es ***Gigabit Ethernet***, por las siguientes razones:



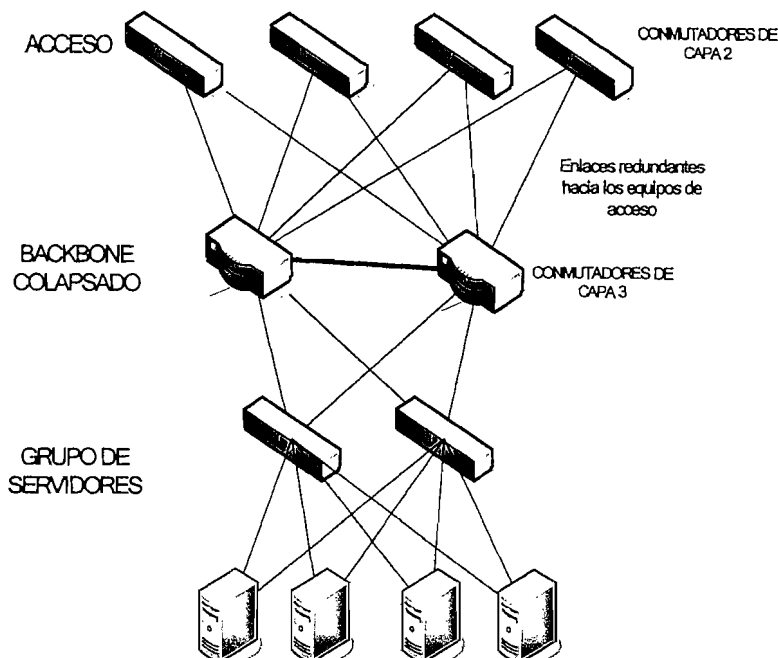
- Es 100 veces la velocidad que actualmente se maneja dentro del backbone de la Red de Campus de la EPN, proporcionando un excelente ancho de banda para las nuevas aplicaciones que se deben implantar en el entorno universitario.
- La migración de la tecnología *Ethernet* utilizada actualmente hacia la tecnología escogida es sencilla, con lo que se consigue optimizar recursos tanto económicos como humanos mediante la reutilización de componentes en los sitios que sea posible y facilitando el cambio paulatino de la red de Campus al diseño planteado.
- Los costos de implantación de la tecnología *Fast Ethernet* son relativamente bajos en comparación con otras tecnologías de backbone como ATM, considerando que es una tecnología orientada principalmente a redes LAN, y que su utilización es muy difundida en el todo el mundo.

A continuación se presentan diversas alternativas para el diseño del *backbone* aplicables al Campus de la EPN.

### 3.5.1.2 Backbone Colapsado

El modelo del *backbone* colapsado lo constituyen dos conmutadores de capa 3. Este diseño es apropiado para redes de Campus consideradas pequeñas o medianas, debido a su extensión, número de edificios que lo conforman y las distancias entre las dependencias que deben interconectarse.

La escalabilidad es limitada principalmente por términos de administrabilidad; es decir, es un modelo en el cual no se puede aumentar bloques (sean estos edificios o un grupo de servidores considerado como un bloque adicional dentro de este modelo) desmesuradamente, ya que la administración de la red se tornaría muy complicada. La Figura 3.2 muestra la configuración del modelo del *backbone* colapsado o diseño de edificio.



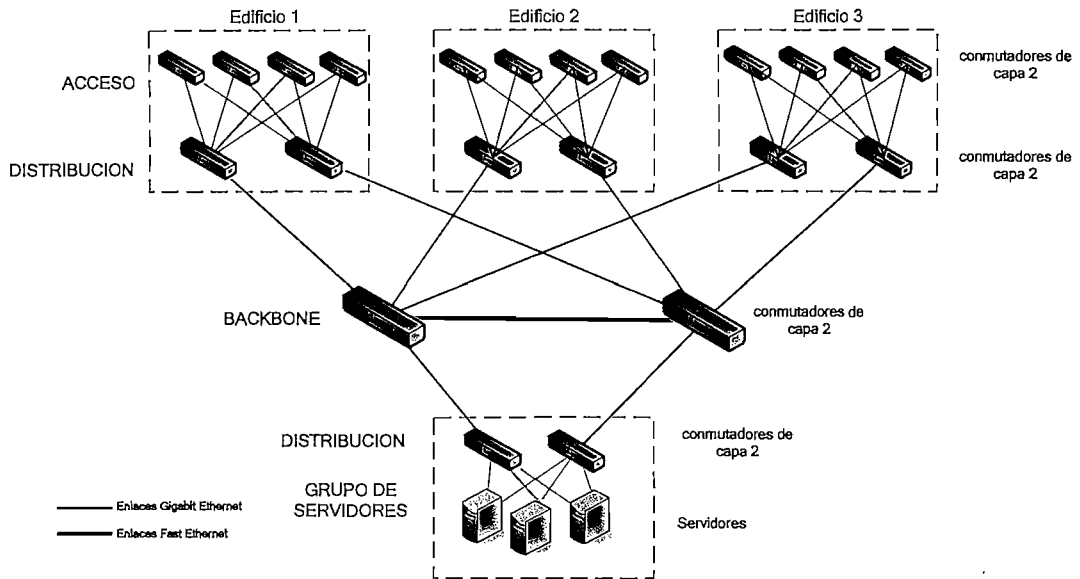
**Figura 3.2** Modelo de Backbone colapsado

### 3.5.1.3 Backbone con Conmutación de Capa 2

Es apropiado para Campus formados por tres o más edificios. El aumento de conmutadores en el *backbone* reduce el número de conexiones y hace más fácil el incrementar módulos adicionales. El *backbone* forma un único dominio de broadcast con conmutadores de capa 2 en topología estrella. Para prevenir los lazos por múltiples rutas, los enlaces en el *backbone* podrían ser definidos como interfaces *ruteados*, más no como enlaces VLAN.

Es fácil evitar los lazos, como consecuencia de múltiples rutas, con solo dos conmutadores de capa 2 en el *backbone*; sin embargo, esta restricción limita la escalabilidad del diseño de *backbone* de capa 2. Otra limitación es que todo el flujo *broadcast* y *multicast* inunda el *backbone*.

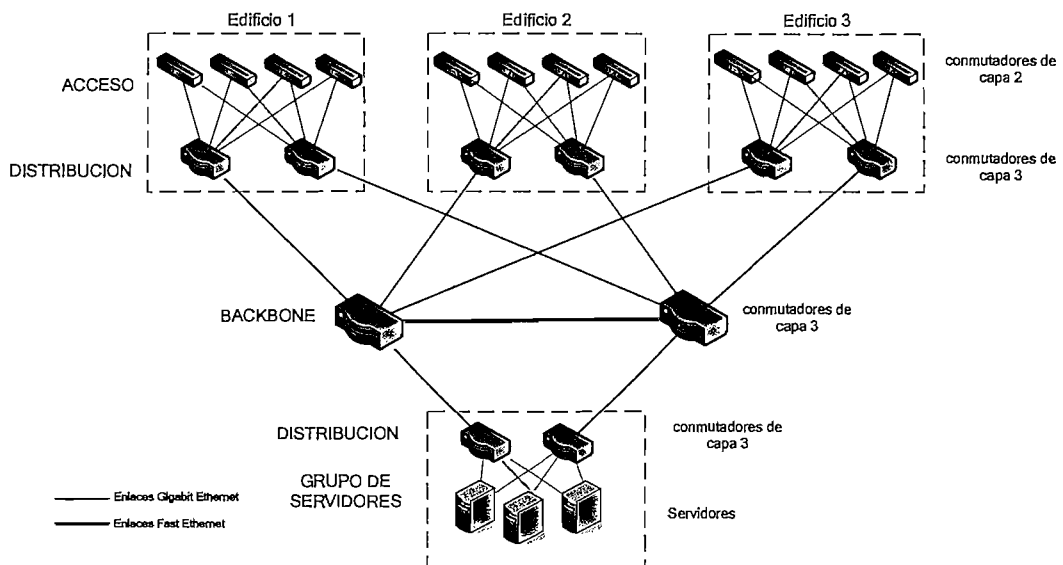
La Figura 3.3 muestra un ejemplo de la configuración del backbone con conmutación de capa 2.



**Figura 3.3** Backbone con Conmutación de capa 2.

### 3.5.1.4 Backbone con Conmutación de Capa 3

El *backbone* de Campus con conmutadores de capa 3 es el más flexible y escalable dentro de los modelos planteados. Los conmutadores en el backbone se conectan mediante enlaces ruteados. La Figura 3.4 muestra un ejemplo general de la configuración del backbone con conmutación de capa 3.



**Figura 3.4** Backbone con Conmutación de Capa 3.

Este tipo de *backbone* posee varias ventajas:

- Topología flexible sin lazos, por la presencia de múltiples rutas; cada uno de los enlaces es ruteado.
- Control de broadcast y multicast en el backbone.
- Gran escalabilidad.

### 3.5.1.5 Selección del tipo de Backbone de Campus

Luego de analizados los diferentes modelos de *backbone*, para el caso de la red de Campus, se utilizará el ***backbone de Campus con conmutación de capa 3***, debido a las siguientes características:

- Los equipos que conforman el backbone trabajan en la capa 3 del modelo OSI lo que les permite hacer una decisión más inteligente que un equipo de capa 2 al momento de enviar paquetes a su destino.
- Puede distinguir los diferentes protocolos de red, tales como IP, IPX, *Apple Talk* o *DECnet*, etc.
- El dominio de broadcast se reduce significativamente, aumentando la eficiencia de la red.
- Permite implementar una Arquitectura específica de Calidad de Servicio a nivel de capa 3, garantizando que las aplicaciones sean manejadas dependiendo de su prioridad en el backbone de la red.

### 3.5.1.6 Equipos para el backbone de la red de Campus

Para la conformación del backbone de capa 3, con tecnología Gigabit Ethernet planteado para la red de Campus, se presentan a continuación tres alternativas con equipos de distintos fabricantes, cada uno de los cuales presenta sus ventajas y desventajas tanto técnicas como económicas.

#### 3.5.1.6.1 Solución Cisco

Cisco es uno de los fabricantes de equipos más importantes en el mundo, sus equipos son reconocidos por su confiabilidad y eficiencia para el desarrollo e implementación de redes.

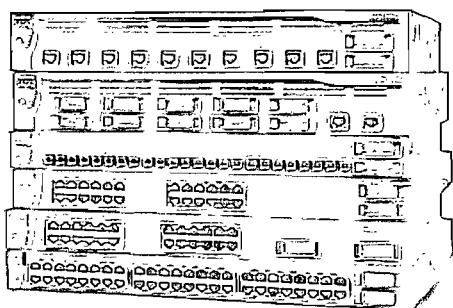
Una de las alternativas en cuanto a equipos para el backbone de la red de Campus, es la utilización de dos equipos CISCO 3550; uno ubicado en el edificio Administrativo, y otro en el edificio de Ingeniería Eléctrica – Química; las características principales de los mismos se presentan en la Tabla 3.4.

<b>Características de routing de alto rendimiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para protocolos de routing unicast estático, RIPv1, RIPv2, OSPF, IGRP.</li> <li>• Soporte para routing IP entre dos o más VLANs.</li> <li>• Soporte para balanceo de carga y redundancia.</li> </ul>
<b>Redundancia en caso de fallas.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegura una rápida recuperación en caso de fallas graves garantizando la estabilidad y confiabilidad de la red.</li> <li>• Soporte para fuente de poder redundante.</li> <li>• Soporte para el mecanismo switch port auto recovery, para rehabilitar enlaces fuera de servicio por problemas en la red.</li> </ul>
<b>Optimización del Ancho de Banda</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de broadcast, multicast y unicast en cada uno de los puertos.</li> <li>• Agregación del ancho de banda a más de 16 Gbps mediante el mecanismo Gigabit EtherChannel y a más de 1.6 Gbps a través del mecanismo Fast EtherChannel asegurando la tolerancia a posibles errores y ofreciendo comunicación de alta velocidad entre conmutadores y con el grupo de servidores.</li> </ul>
<b>Facilidades en su uso y desarrollo.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puertos auto-sensing, que detectan la velocidad del dispositivo conectado, configurando automáticamente el puerto para transmitir a 10, 100 o 1000 Mbps.</li> <li>• Auto negociación en todos los puertos, seleccionando el modo de transmisión half y full duplex.</li> <li>• Soporte para agente relevador DHCP.</li> <li>• La configuración del equipo garantiza que el mismo puede ser conectado inmediatamente a la red y pasar tráfico con la mínima intervención del administrador de la red.</li> </ul>
<b>Seguridad.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La seguridad multinivel en el acceso por consola evita que usuarios desautorizados puedan alterar la configuración del conmutador.</li> <li>• Soporte para el estándar IEEE 802.1x para seguridad dinámica basada en puertos, evitando que usuarios desautorizados puedan acceder a la red.</li> <li>• La notificación de direcciones MAC permite a los administradores conocer la presencia de nuevos usuarios en la red.</li> <li>• Soporte de ACLs.</li> </ul>

Calidad de Servicio
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para el estándar IEEE 802.1p y para la arquitectura DiffServ, realizando la clasificación de paquetes basada en dirección IP fuente/destino, dirección MAC fuente/destino o número de puerto TCP/UDP.</li> <li>• Cuatro colas de salida por puerto basadas en hardware para habilitar la administración diferenciada de cuatro tipos de tráfico.</li> <li>• Garantiza que los paquetes de más alta prioridad siempre serán atendidos sobre el resto de tráfico.</li> </ul>
Estándares
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.1x.</li> <li>• IEEE 802.1w.</li> <li>• IEEE 802.1s.</li> <li>• IEEE 802.3x Full Duplex en puertos 10 Base-T, 100 Base-Tx y 1000 Base-T.</li> <li>• IEEE 802.1D Protocolo Spanning Tree.</li> <li>• IEEE 802.1p Priorización del tráfico a través del campo CoS.</li> <li>• IEEE 802.1Q Soporte para VLANs.</li> <li>• IEEE 802.3ad.</li> <li>• IEEE 802.3 Especificación 10 Base-T.</li> <li>• IEEE 802.3u Especificación 100 Base-Tx.</li> <li>• IEEE 802.3ab Especificación 1000 Base-T.</li> <li>• IEEE 802.3z Especificación 1000 Base-X.</li> <li>• SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3.</li> </ul>

**Tabla 3.4** Características generales de los equipos CISCO para el backbone de Campus.

En la Figura 3.5 se presentan los equipos a implementarse en el backbone para la solución CISCO.



**Figura 3.5** Equipos CISCO de la familia 3550

Para la provisión de Calidad de Servicio, los equipos propuestos soportan el estándar IEEE 802.1p a nivel de capa 2 y Diffserv a nivel de capa 3, los cuales se plantean ser utilizados para la priorización de tráfico en el backbone de la red de Campus. La Tabla 3.5 muestra la descripción y código de los módulos y accesorios requeridos para la solución CISCO en el backbone de la red de Campus.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
WS-C3550-24-FX-SMI	24-100FX MMF + 2 GBIC Ports SMI.	2
CD-3550-EMI	Enhanced multilayer image upgrade for 3550 FE models.	2
WS-G5486	1000 Base-LX LH Long Haul GBIC	4

**Tabla 3.5** *Módulos y accesorios para la solución CISCO en el backbone.*

El módulo Cisco 1000 Base LX GBIC opera con fibra óptica multimodo de 65  $\mu\text{m}$ , en longitudes de hasta 550 m, suficiente para el enlace de backbone entre el edificio Administrativo y el edificio de Ingeniería Eléctrica – Química.<sup>2</sup>

En el anexo D del presente Proyecto se puede observar la hoja de especificaciones del equipo propuesto.

#### 3.5.1.6.2 Solución Enterasys

Enterasys es uno de los fabricantes más importantes en el mercado norteamericano; años atrás, orientaba sus productos a este mercado. Sin embargo, y con la creciente evolución de las Telecomunicaciones y redes de datos, han ido extendiendo sus horizontes hasta llegar a Latinoamérica con productos de alta calidad y confiabilidad.

<sup>2</sup> [http://www.cisco.com/en/US/products/hw/modules/ps872/products\\_data\\_sheet09186a008014cb5e.html](http://www.cisco.com/en/US/products/hw/modules/ps872/products_data_sheet09186a008014cb5e.html)

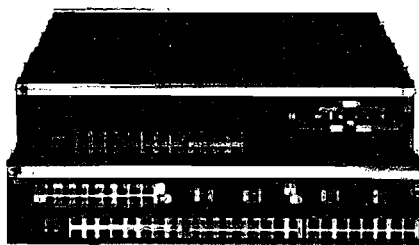
Una de las alternativas en cuanto a equipos para el backbone de la red de Campus, es la utilización de equipos de la familia MATRIX E1; las características principales de los mismos se presentan en la Tabla 3.6.

<b>Redundancia en caso de fallas.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para el estándar IEEE 802.1D, para conexiones redundantes simplificando la configuración de la red y maximizando la tolerancia a fallas.</li> <li>• Soporte para fuente de poder redundante.</li> <li>• Detección de enlaces unidireccionales en interfaces de fibra óptica, deshabilitándolos en caso de fallas en el medio o en el puerto.</li> </ul>
<b>Optimización del Ancho de Banda</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregación del ancho de banda a través de la tecnología EtherChannel, asegura la tolerancia a posibles errores y ofrece comunicación de alta velocidad entre conmutadores y con el grupo de servidores</li> <li>• Control de broadcast, multicast y unicast en cada uno de los puertos.</li> </ul>
<b>Seguridad.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La seguridad multinivel en el acceso por consola evita que usuarios desautorizados puedan alterar la configuración del conmutador.</li> <li>• Soporte para el estándar IEEE 802.1x para seguridad dinámica basada en puertos, evitando que usuarios desautorizados puedan acceder a la red.</li> <li>• La notificación de direcciones MAC permite a los administradores conocer la presencia de nuevos usuarios en la red.</li> <li>• Soporte para SNMPv3, para monitoreo y control de los dispositivos de red, administrando la configuración, tomando datos estadísticos de rendimiento y seguridad.</li> </ul>
<b>Calidad de Servicio</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para reclasificación de tramas basadas en el estándar IEEE 802.1p.</li> <li>• Cuatro colas de salida por puerto basadas en hardware.</li> <li>• Asegura que aplicaciones sensibles a retardo sean atendidas antes que el resto de tráfico.</li> </ul>
<b>Estándares</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.1x.</li> <li>• IEEE 802.3x Full Duplex en puertos 10 Base-T y 100 Base-Tx.</li> <li>• IEEE 802.1D Protocolo Spanning Tree.</li> <li>• IEEE 802.1p Priorización del tráfico a través del campo CoS.</li> <li>• IEEE 802.1Q Soporte para VLANs.</li> <li>• IEEE 802.3ad.</li> <li>• IEEE 802.3 Especificación 10 Base-T.</li> <li>• IEEE 802.3u Especificación 100 Base-Tx.</li> <li>• IEEE 802.3z Especificación 1000 Base-X.</li> <li>• SNMPv3.</li> </ul>

**Tabla 3.6** Características generales de los equipos Enterasys de la familia MATRIX E1 para el backbone



Los equipos propuestos soportan el estándar IEEE 802.1p a nivel de capa 2 y la priorización de tráfico a nivel de capa 3, de tal forma que se solventan los requerimientos de Calidad de Servicio en el backbone de la red de Campus. La Figura 3.6 muestra los equipos de la familia MATRIX E1 para el backbone de Campus.



**Figura 3.6** Equipos Enterasys de la familia MATRIX E1

La Tabla 3.7 presenta los módulos requeridos para implementar la solución Enterasys para el backbone de Campus.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1G587-09	Matrix E1 Gigabit Distribution Switch con 6 puertos 1000 Base-X vía mini-GBIC y 3 slots de expansión.	2
1H-8FX	8 puertos 100 Base-Fx módulo de expansión para Matrix E1, MMF conector MTRJ.	4
MGBIC-LC01	1000 Base-SX Mini GBIC w/LC connector	4

**Tabla 3.7** Módulos requeridos para la solución Enterasys en el backbone.

El módulo Enterasys 1000 Base SX Mini GBIC opera con fibra óptica multimodo de 65  $\mu\text{m}$ , en longitudes de hasta 550 m, suficiente para el enlace de backbone entre el edificio Administrativo y el edificio de Ingeniería Eléctrica – Química.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> [http://www.enterasys.com/products/switching/e1/product\\_overview.pdf](http://www.enterasys.com/products/switching/e1/product_overview.pdf)

La descripción del número de puertos que se necesitan para la interconectividad de los equipos que conforman la red de Campus se especifican en la sección 3.5.5 del presente Proyecto. En el anexo B se presentan las hojas de especificaciones de los equipos planteados.

### 3.5.1.6.3 Solución 3COM

3COM es otro de los fabricantes de equipos de red más importantes en el mercado; además, la gran mayoría de los equipos que actualmente son utilizados en la red de Campus son de esta prestigiosa marca.

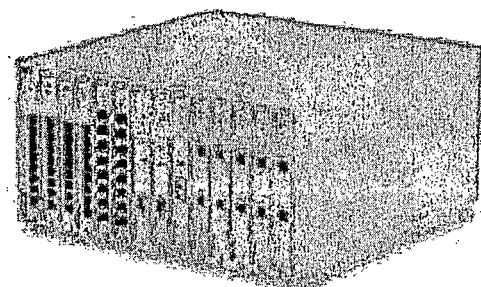
La alternativa propuesta por 3COM para el backbone de la red de Campus es la utilización del 3COM switch 4005. Las principales características de este equipo se presentan en la Tabla 3.8.

<b>Plataforma Modular</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La posibilidad de añadir al chasis o a los Starter Kits módulos adicionales Fast Ethernet ó Gigabit, para fibra óptica o cable de cobre, permite adaptar el Switch 4005 a los cambios necesarios a medida que crezca la red.</li> <li>• El chasis de 14 ranuras puede escalar hasta 96 puertos Fast Ethernet ó 24 puertos Gigabit Ethernet, con 2 ranuras para las configuraciones de doble switch fabric resistente a fallos</li> <li>• Módulos Fast Ethernet de 8 puertos para cable de cobre y para fibra óptica, con switching local para óptimo rendimiento</li> <li>• Módulos Gigabit Ethernet de puerto simple y doble para cable de cobre, fibra óptica y GBIC, con switching local para óptimo rendimiento</li> <li>• Rápida instalación plug-and-play y fácil operación, con módulos intercambiables en caliente (hot-swappable) para ampliar los Starter Kits del Switch 4005</li> </ul>
<b>Redundancia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrece la redundancia hardware necesaria, con capacidad para soportar fuentes de alimentación redundantes.</li> <li>• Las características de resistencia ante fallos del software tales como OSPF y Agregación de Enlaces ayudan a garantizar la disponibilidad de la red.</li> <li>• Diseño redundante que proporciona un 100% de disponibilidad</li> </ul>

<b>Estándares.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para IEEE 802.1p</li> <li>• Soporte para IEEE 802.1D Spanning Tree.</li> <li>• Soporte para IEEE 802.1Q VLANs</li> <li>• Soporte para 802.1x Control de flujos</li> <li>• Soporte para Multicast con IGMP y DVMRP.</li> <li>• Soporte para IEEE 802.3ad.</li> </ul>
<b>Calidad de Servicio</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para IEEE 802.1p con cuatro colas de salida por puerto basadas en hardware.</li> <li>• Soporte de Diffserv para la priorización de tráfico en capa 3.</li> <li>• Clasificación de tráfico según parámetros de capas 2, 3 ó 4.</li> <li>• Limitación de la velocidad basada en hardware.</li> <li>• Soporte de clasificación de paquetes basada en el campo ToS.</li> </ul>
<b>Administración</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrable vía WEB.</li> <li>• Soporte para SNMPv3.</li> <li>• Acceso vía Telnet.</li> <li>• Interfaz integrado de administración web o mediante el 3Com Network Supervisor</li> </ul>
<b>Seguridad.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para 802.1X y MAC-para autenticación de usuarios.</li> <li>• El soporte para conmutación de capa 3 permite la futura protección y seguridad mediante el uso de Listas de Control de Acceso.</li> </ul>

**Tabla 3.8** Características generales del 3COM switch 4005.

La Figura 3.7 muestra los equipos propuestos de la solución 3COM para el backbone de la red de Campus.



**Figura 3.7** Solución 3COM para la red de Campus.

La Tabla 3.9 presenta los módulos requeridos para implementar la solución 3COM para el backbone de Campus.

Código	Descripción	Cantidad
3C16820	Chasis 3COM 4005, 14 slots	1
3C16842	Módulo de 2 puertos de fibra óptica 1000BaseSX	2
3C16829	Módulo de 8 puertos 100 base FX	4

**Tabla 3.9** Módulos requeridos para la solución 3COM en el backbone.

De manera similar a los equipos propuestos anteriormente, el módulo 3Com 1000 Base SX opera con fibra óptica multimodo de 65  $\mu\text{m}$ , en longitudes de hasta 550 m, suficiente para el enlace de backbone entre el edificio Administrativo y el edificio de Ingeniería Eléctrica – Química.<sup>4</sup>

La descripción del número de puertos que se necesitan para la interconectividad de los equipos que conforman la red de Campus se especifican en la sección 3.5.5 del presente Proyecto. En el anexo B se presentan las hojas de especificaciones de los equipos planteados.

### 3.5.1.7 Redundancia en el backbone de la red de Campus

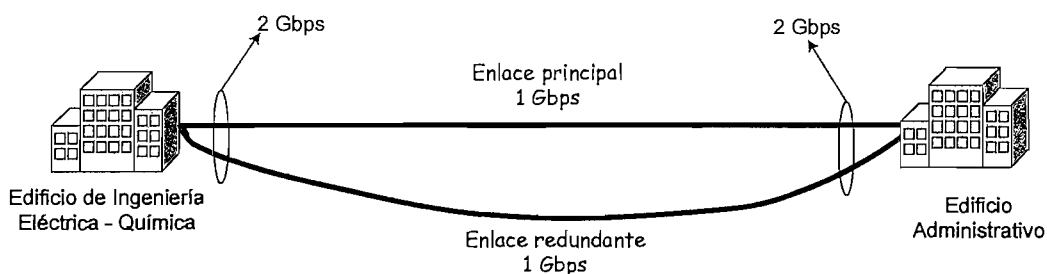
Es importante y necesario dar un grado de redundancia al backbone de la red de Campus para garantizar la comunicación permanente entre la parte norte y la parte sur del Campus universitario, así como también para garantizar que los usuarios de las dependencias de la parte norte tengan acceso al grupo de servidores ubicado en el edificio Administrativo. Esto conlleva a garantizar a los usuarios de la red la disponibilidad de la misma.

Para tal efecto, se propone la creación de una nueva ruta de fibra óptica, distinta a la existente, que interconecte el edificio de Ingeniería Eléctrica – Química con el edificio Administrativo. Si bien el tener redundancia en el backbone implica un elevado costo para la implementación de un nuevo enlace entre estos edificios, se puede sacar provecho de una inversión de este tipo, utilizando el enlace redundante para obtener un backbone de 2Gbps, mediante la utilización del

<sup>4</sup> [http://www.3com.com/prod/es\\_LA\\_AMER/detail.jsp?tab=features&sku=3C16842](http://www.3com.com/prod/es_LA_AMER/detail.jsp?tab=features&sku=3C16842)

estándar IEEE 802.3ad el cual permite además aplicar balanceo de carga en el backbone del Campus.

La Figura 3.8 muestra la implementación de un enlace redundante entre los edificios de Ingeniería Eléctrica – Química y Administración.



**Figura 3.8** Enlace redundante en el backbone de la red de Campus.

Es importante mencionar además que debe existir redundancia en los equipos que forman el backbone de la red de Campus. Para el caso de los equipos escogidos para el diseño propuesto, un modelo modular permitiría el cambio de tarjetas en caso de daños.

### 3.5.2 DISEÑO DE LA CAPA DISTRIBUCIÓN

La capa de distribución está constituida por dispositivos de conmutación y routing para segmentar los dominios de colisión y mantener los dominios de broadcast dentro de cada edificio, sin permitir que éste inunde el backbone de la red. Esta característica proporciona servicios de red distribuidos e inteligencia de red. Para tal efecto, es necesaria la implementación de dispositivos de capa 3 del modelo OSI, es decir, ruteadores o en su defecto conmutadores multicapa, que integran la funcionalidad de capa 2 y capa 3.

La funcionalidad de capa 2 proporciona un punto central de conexión para todos los conmutadores de acceso a la red en de cada uno de los edificios. La funcionalidad de capa 3 proporciona los servicios de red y routing con lo que se crea un punto de protección para cada edificio contra fallos en otras partes de la red.

La Tabla 3.10 presenta un resumen del valor de cada uno de los enlaces que conectan los equipos del backbone con los equipos de distribución en cada dependencia. Estos valores fueron obtenidos de los análisis realizados en el Capítulo 2 del presente proyecto, con estimaciones a 3 y 8 años.

Dependencias que se conectan al backbone	Enlaces requeridos Red de Campus Mbps	
	3 años	8 años
Ingeniería Eléctrica	30	50
Ingeniería Química	10	20
Ingeniería Eléctrica - Química	50	80
Ala norte	10	10
Ingeniería Mecánica	20	30
Ingeniería en Sistemas	60	130
ESFOT, BID 05	20	50
Propedéutico	20	40
Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos	10	20
Alimentos y Biotecnología	10	10
Administrativo	60	100
Ingeniería Civil	100	200
Hidráulica, Casa Mata, BID 02, BID 03	10	40
EPCAE	20	20
Abastecimientos	20	30

**Tabla 3.10** *Dimensionamiento de los enlaces desde el backbone hacia los edificios principales del Campus.*

La tecnología a utilizarse para los enlaces que conectarán al backbone con los equipos de distribución en cada dependencia será Fast Ethernet, y donde los enlaces sobrepasen la velocidad proporcionada por esta tecnología, se podrá utilizar el mecanismo Fast EtherChannel, propietario de CISCO y estandarizado actualmente en la norma IEEE 802.3ad para dispositivos de otros fabricantes, mediante el cual se pueden proveer velocidades de hasta 800 Mbps en los enlaces que los requieran, a través de la agregación de varios enlaces Fast Ethernet.

Como se puede observar en la Tabla 3.10; la mayoría de los enlaces no sobrepasan la capacidad provista por Fast Ethernet.

Para los enlaces hacia el edificio de Ingeniería en Sistemas e Ingeniería Civil, es necesario el implementar enlaces de 200 Mbps basados en la norma IEEE 802.3ad para cubrir la demanda de recursos de red que se genera desde estas dependencias..

El estándar IEEE 802.3ad es utilizado actualmente por varios fabricantes de equipos, entre los cuales se puede mencionar *CISCO*, *Compaq*, *Enterasys*, *Hewlett-Packard*, *3 COM*, *Intel*, *Sun Microsystems*, *Auspex* y *Znyx*.

Una ventaja adicional del uso del estándar IEEE 802.3ad es el proveer de redundancia en los enlaces hacia el backbone de Campus.

### **3.5.2.1 Descripción de los nuevos enlaces para la Polired**

Con el fin de optimizar recursos de red, es necesario tomar en cuenta los diferentes tendidos de fibra óptica existentes para la reingeniería de la red de Campus de la EPN; por tal motivo, es necesario agrupar ciertas dependencias para dar acceso a la red de Campus a aquellas que carecen de ello.

Los enlaces que actualmente conectan a la mayoría de las dependencias del Campus universitario fueron descritos en el capítulo 2, sección 2.3.1. Existen dependencias que carecen de acceso a la Polired; tales edificios requieren de la implantación de nuevos enlaces que les permitan acceder a los servicios y recursos que brinda la red de Campus.

Los enlaces necesarios para que dichas dependencias de la EPN tengan acceso a la Polired se describen en la Tabla 3.11.

Edificios que se enlazarán	Distancias	Medio de Transmisión Utilizado		
		UTP	Fibra Óptica	WA*
Administración - Abastecimientos	< 100 [m]			
Ing. Civil - Proyecto BID 01	< 100 [m]			
Hidráulica - Proyecto BID 03	< 100 [m]			
Ing. Eléctrica-Química - Ing. Química	> 100 [m]			
Casa Profesores ESFOT - Proyecto BID 05	< 100 [m]			
Metalurgia - Proyecto BID 04	< 100 [m]			
Proyecto BID 04 - Lab. Mecánica	< 100 [m]			
Lab. Mecánica - Procesos de la Producción	< 100 [m]			
Ing. Eléctrica-Química - Ala norte**	> 100 [m]			

\* Wireless Access

\*\* El ala norte incluye el Proyecto BID 04, Metalurgia, Lab. de Mecánica y Procesos de la Producción

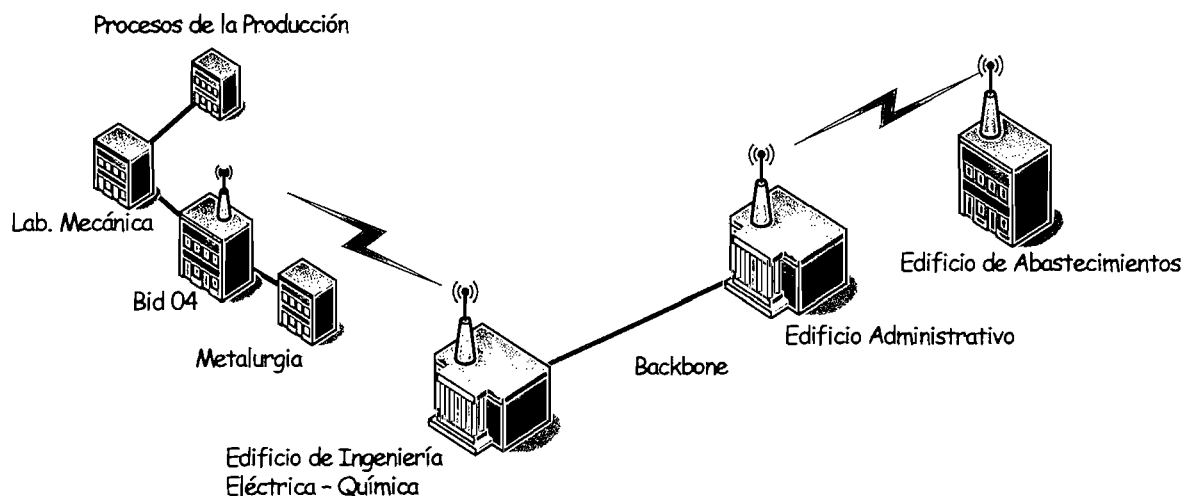
**Tabla 3.11** *Nuevos enlaces de interconexión de las dependencias de la EPN*

La mayoría de los enlaces a implementar utilizarán cable UTP categoría 5e para exteriores, ya que las distancias menores a cien metros lo permiten.

El único enlace que utilizará fibra óptica será el que conecta al edificio de Ingeniería Química con el edificio de Ingeniería Eléctrica-Química, ya que la distancia entre los puntos de conexión supera los cien metros de distancia imposibilitando el uso de cable de cobre.

Los dos enlaces restantes: el del edificio de Administración con el edificio de Abastecimientos y el del edificio de Ingeniería Eléctrica-Química con el edificio del Proyecto BID-04 se implementarán mediante enlaces inalámbricos como se muestra en la Figura 3.9, dado el bajo número de usuarios en el edificio de Abastecimientos y en el ala norte (Proyecto BID-04, Metalurgia, Laboratorio de Mecánica y Procesos de la Producción), lo que no justificaría una solución que involucre la inversión en el tendido de cable hacia dichas dependencias.





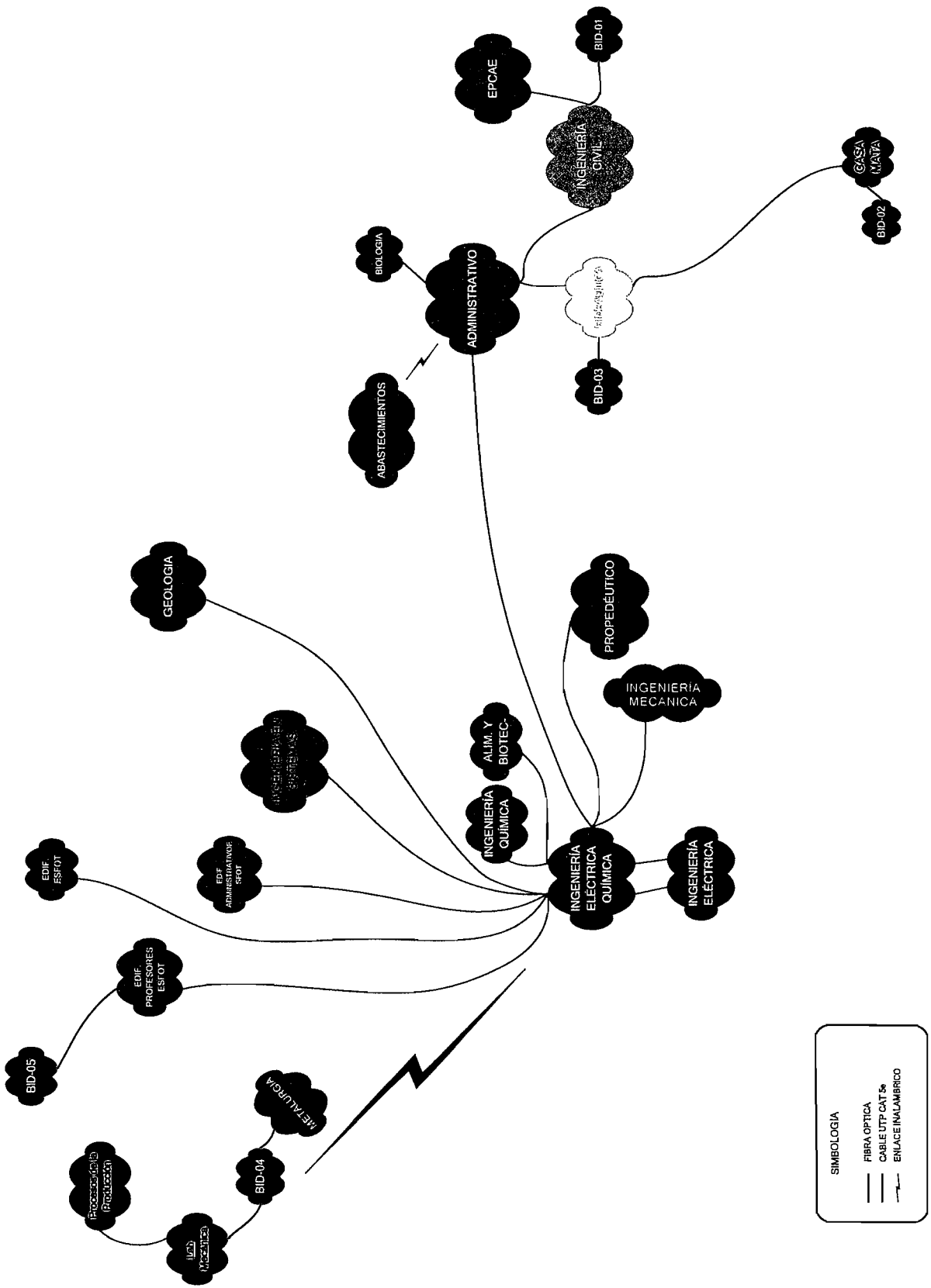
**Figura 3.9** Enlaces inalámbricos entre los edificios del Campus.

En la Figura 3.10 se presenta cada uno de los enlaces existentes como los enlaces a implementarse, para la interconexión de las principales dependencias de la EPN.

#### 3.5.2.1.1 Enlaces inalámbricos

Para conectar a las dependencias ubicadas en la parte norte del Campus y que actualmente no poseen conexión a la Polired, así como también al edificio de Abastecimientos, se ha optado por la utilización de equipos de acceso inalámbrico, debido principalmente a que representa una solución de menor inversión comparada con una solución alámbrica.

Para tal efecto, los equipos a utilizarse en cada uno de los enlaces mencionados, se describen a continuación:



**Figura 3.10** Enlaces existentes y enlaces nuevos a implementarse en la EPN

### 3.5.2.1.1.1 Enlace Administración – Abastecimientos y Enlace Ingeniería Eléctrica– Química – Ala norte

Para la conexión de los usuarios del edificio de Abastecimientos y del ala norte de la Escuela (Metalurgia, Proyecto BID 04, Lab. De Mecánica y Procesos de la Producción) a la red de Campus de la Escuela, se propone la utilización de enlaces inalámbricos con el edificio de Administración y con el edificio de Ingeniería Eléctrica – Química respectivamente.

La capacidad y distancia aproximada de cada uno de los enlaces inalámbricos se describe en la Tabla 3.12.

Enlace	Distancia aproximada m	Enlaces proyectados a 8 años Mbps
Abastecimientos -Administración	70	30
Ala norte - Ingeniería Eléctrica-Química	100	10

**Tabla 3.12** Capacidad de los enlaces inalámbricos planteados.

Para tal efecto, se plantea la utilización de los equipos detallados a continuación.

#### 3.5.2.1.1.1.1 Solución CISCO

Se propone la utilización del CISCO Aironet 1100, el cual provee un alto desempeño, manejabilidad y seguridad en redes de área local inalámbricas. Las principales características de este equipo se presentan en la Tabla 3.13.

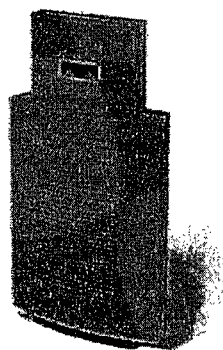
Estándares
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte de 802.11g u 802.11b a 2.4 Ghz, configurables hasta 100 mW</li> <li>• Ofrece velocidades de conexión hasta 11 Mbps (IEEE 802.11b) o 54 Mbps (IEEE 802.11g).</li> <li>• Diseño de alta confiabilidad para transmisión de datos a gran distancia.</li> <li>• Puerto autosensing 802.3 10/100 BaseT Ethernet</li> </ul>

<b>Calidad de servicio</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Priorización de tráfico según los requerimientos de las aplicaciones.</li> <li>• Soporte para VLANs.</li> <li>• Soporte del protocolo 802.1p para priorización de tráfico.</li> </ul>
<b>Seguridad</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para 802.1x y listas de control de acceso.</li> <li>• Soporte para seguridades en VLANs.</li> <li>• Soporte para encriptación de datos.</li> </ul>
<b>Redundancia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para balanceo de carga.</li> </ul>
<b>Topología</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura ó en estrella</li> </ul>
<b>Protocolo de acceso</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CSMA/CA Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance</li> </ul>
<b>Frecuencias</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.11b: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2.412 a 2.462 GHz (FCC)</li> <li>○ 2.412 a 2.472 GHz (ETSI)</li> <li>○ 2.412 a 2.484 GHz (TELEC)</li> <li>○ 2.432 a 2.447 GHz (Israel)</li> </ul> </li> <li>• 802.11g: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2.412 a 2.462 GHz (FCC)</li> <li>○ 2.412 a 2.472 GHz (ETSI)</li> <li>○ 2.412 a 2.484 GHz CCK: (TELEC)</li> <li>○ 2.412 a 2.472 GHz OFDM: (TELEC)</li> <li>○ 2.432 a 2.447 GHz (Israel)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Rango</b>
<p>802.11g (30 mW con 2.2 dBi de ganancia mediante una antena de dipolo)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 250 ft (76m) @ 54 Mbps</li> <li>• 600 ft (183 m) @ 18 Mbps</li> <li>• 1300 ft (396 m) @ 6 Mbps</li> </ul> <p>802.11b (100 mW con 2.2 dBi de ganancia mediante una antena de dipolo)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1000 ft (304 m) @ 11 Mbps</li> <li>• 2000 ft (610 m) @ 1 Mbps</li> </ul>

Sensibilidad de recepción
<ul style="list-style-type: none"><li>• 802.11b:<ul style="list-style-type: none"><li>○ 1 Mbps: -94 dBm</li><li>○ 2 Mbps: -91 dBm</li><li>○ 5.5 Mbps: -89 dBm</li><li>○ 11 Mbps: -85 dBm</li></ul></li><li>• 802.11g:<ul style="list-style-type: none"><li>○ 1 Mbps: -95 dBm</li><li>○ 2 Mbps: -91 dBm</li><li>○ 5.5 Mbps: -89 dBm</li><li>○ 6 Mbps: -90 dBm</li><li>○ 9 Mbps: -84 dBm</li><li>○ 11 Mbps: -88 dBm</li><li>○ 12 Mbps: -82 dBm</li><li>○ 18 Mbps: -80 dBm</li><li>○ 24 Mbps: -77 dBm</li><li>○ 36 Mbps: -73 dBm</li><li>○ 48 Mbps: -72 dBm</li><li>○ 54 Mbps: -72 dBm</li></ul></li></ul>

**Tabla 3.13** Características de CISCO Aironet 1100

La Figura 3.11 muestra el CISCO Aironet 1100 propuesto para los enlaces entre el edificio de Administración – edificio de Abastecimientos y el edificio de Ingeniería Eléctrica-Química – Ala norte.

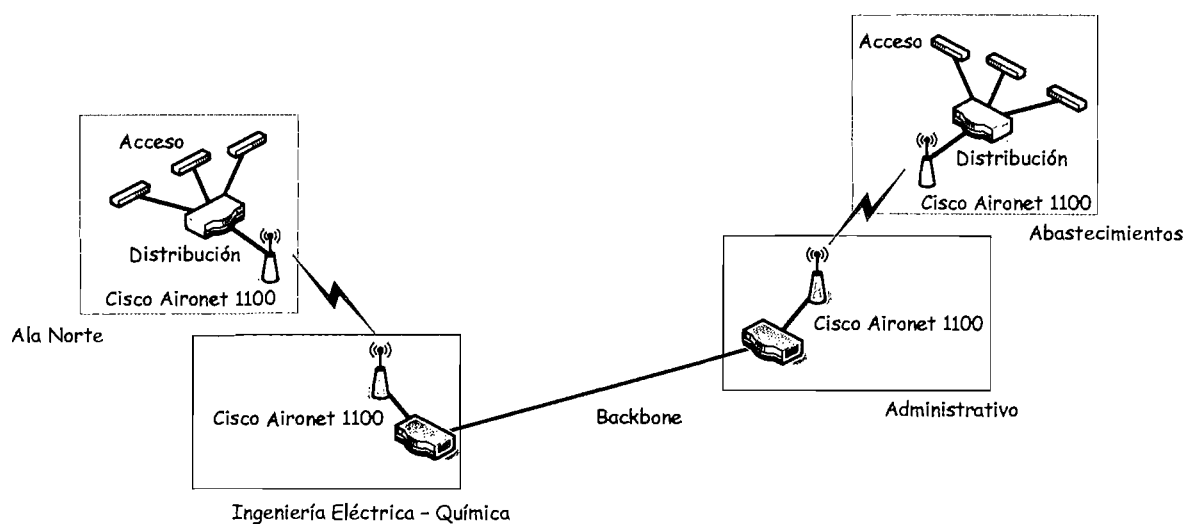


**Figura 3.11** Cisco Aironet 1100

Para cada uno de los enlaces es necesaria la utilización de dos equipos, uno en cada edificio a interconectarse. De esta forma se proporciona el acceso a los usuarios en estas dependencias actualmente sin acceso a la red de Campus, cubriendo las necesidades y requerimientos de los mismos.

Los requerimientos de Calidad de Servicio para los usuarios en estas dependencias están garantizados, en base al protocolo 802.1p, manejado por estos equipos, y por la Arquitectura Diffserv a nivel de capa 3 e implementada en los equipos de distribución.

La Figura 3.12 muestra la topología planteada para los enlaces inalámbricos en la red de Campus.



**Figura 3.12** Enlaces inalámbricos planteados en la red de Campus

### 3.5.2.2 Equipos para la capa distribución de la red de Campus

Al igual que en la capa backbone, se proponen tres alternativas con equipos de distintos fabricantes para la capa distribución, CISCO, Enterasys y 3COM.

Cabe mencionar que los equipos en las tres capas del modelo deben pertenecer al mismo fabricante, de tal forma que se garantice que las aplicaciones sobre la red de Campus tengan un nivel de Calidad de Servicio en todos los tramos de la red, y se facilite la administración y monitoreo de la red de Campus.

### 3.5.2.2.1 Solución CISCO

Dentro de la propuesta con equipos CISCO para la capa distribución de la red de Campus, se plantea la utilización de equipos de la familia CISCO 3550 al igual que en la capa backbone. Para la provisión de Calidad de Servicio, los equipos propuestos soportan el estándar IEEE 802.1p, el cual se plantea ser utilizado para la priorización de tráfico en la red de Campus.

La Tabla 3.14 muestra la descripción y código de los módulos y accesorios requeridos para la solución CISCO en la capa distribución de la red de Campus.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
WS-C3550-24-EMI	24-ports 10/100 +2GBIC ports: EMI	21
E-100BTX -FX-05(SC)	Conversores transition network 100Base-T a 100Base-FX	39

**Tabla 3.14** Módulos requeridos para la solución CISCO en la capa distribución

En el anexo B del presente Proyecto se presentan las hojas de especificaciones de los equipos planteados.

### 3.5.2.2.2 Solución Enterasys

La solución Enterasys para la capa distribución de la red de Campus, propone la utilización de los equipos de la familia MATRIX E1; al igual que el backbone de la red de Campus. Para la provisión de Calidad de Servicio, los equipos propuestos soportan el estándar IEEE 802.1p, el cual se plantea ser utilizado para la priorización de tráfico en la red de Campus.

La Tabla 3.15 muestra la descripción y código de los módulos y accesorios requeridos para la solución Enterasys en la capa distribución de la red de Campus.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1H-582-25	Matrix E1 Workgroup Switch con 24 puertos 10/100 Base TX via RJ45 y 1 slot de expansión.	21
E-100BTX-FX-05(SC)	Convertidor de Medio de 100 Base-T a 100 Base-FX.	39

**Tabla 3.15** Módulos requeridos para la solución Enterasys en la capa distribución

En el anexo B del presente Proyecto, se presentan las hojas de especificaciones de los equipos planteados.

### 3.5.2.2.3 Solución 3COM

Para la solución 3COM en la capa distribución de la red de Campus, se propone la utilización de los equipos 3COM Superstack 4900 y Superstack 4924, cuyas características principales se presentan en la Tabla 3.16.

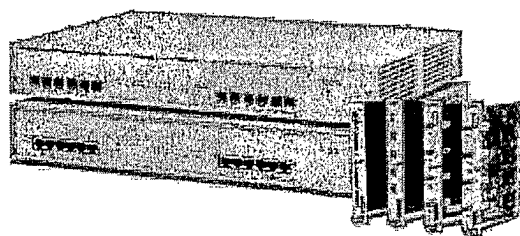
<b>Plataforma Modular</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La arquitectura ASIC desarrollada por 3Com proporciona capacidad de switching multilayer de 56 Gbps por unidad, rendimiento wire-speed en todos los puertos, y una capacidad de transmisión de más de 41 millones de pps</li> <li>• Módulos Fast Ethernet de 8 puertos para cable de cobre y para fibra óptica, con switching local para óptimo rendimiento</li> <li>• Rápida instalación plug-and-play y fácil operación, con módulos intercambiables en caliente (hot-swappable).</li> </ul>
<b>Redundancia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las características de resistencia ante fallos del software tales como OSPF y Agregación de Enlaces ayudan a garantizar la disponibilidad de la red.</li> <li>• Diseño redundante que proporciona un 100% de disponibilidad.</li> </ul>



<b>Estándares.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para IEEE 802.1p</li> <li>• Soporte para IEEE 802.1D Spanning Tree.</li> <li>• Soporte para IEEE 802.1Q VLANs</li> <li>• Soporte para 802.1x Control de flujos</li> <li>• Soporte para Multicast con IGMP y DVMRP.</li> <li>• Soporte para IEEE 802.3ad.</li> </ul>
<b>Calidad de Servicio</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para IEEE 802.1p con cuatro colas de salida por puerto basadas en hardware.</li> <li>• Clasificación de tráfico según parámetros de capas 2, 3 ó 4.</li> <li>• Admite el cableado de cobre tradicional de Categoría 5 y resulta ideal para redes pequeñas y medianas con requisitos de ancho de banda que van en aumento.</li> </ul>
<b>Administración</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrable vía WEB.</li> <li>• Soporte para SNMPv3.</li> <li>• Acceso vía Telnet.</li> <li>• Interfaz integrado de administración web o mediante el 3Com Network Supervisor</li> </ul>
<b>Seguridad.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para 802.1X y MAC-para autenticación de usuarios.</li> <li>• El soporte para conmutación de capa 3 permite la futura protección y seguridad mediante el uso de Listas de Control de Acceso.</li> <li>• Soporte de cliente RADIUS y listas de Control de Acceso Enrutado protegen la información sensible de la red y garantizan que los usuarios tienen acceso a recursos autorizados</li> </ul>

**Tabla 3.16** Características generales de los equipos 3COM de la familia 4900

La Figura 3.13 presenta los equipos propuestos para la capa distribución dentro de la solución 3COM.



**Figura 3.13** Equipos 3COM Superstack 4900 y Superstack 4924

La Tabla 3.17 muestra la descripción y código de los módulos y accesorios requeridos para la solución 3COM en la capa distribución de la red de Campus.

Código	Descripción	Cantidad
3C17700	Switch 3COM SuperStack 3 4900, 12 puertos 100/1000, 1 slot de expansión	2
3C17701	Switch 3COM SuperStack 3 4924, 24 puertos 10/100/1000, 1 slot de expansión	3

**Tabla 3.17** *Módulos requeridos para la solución 3COM en la capa distribución.*

La descripción del número de puertos que se necesitan para la interconectividad de los equipos que conforman la red de Campus se especifican en la sección 3.5.5 del presente Proyecto. En el anexo B se presentan las hojas de especificaciones de los equipos planteados.

### 3.5.3 DISEÑO DE LA CAPA DE ACCESO

Para esta capa de la red, se utilizará conmutadores de capa 2 del modelo OSI, de tal forma que se segmenten los dominios de colisión para cada host conectado a un puerto del mismo, de tal forma que aplicaciones críticas y otras de menor importancia en la red puedan funcionar sin repercutir en los tiempos de respuesta de una y otra parte.

Mediante 802.1p se discriminará las aplicaciones de mayor prioridad en la red para su atención prioritaria sobre aplicaciones de menor importancia.

Los equipos de distribución y backbone soportarán además Diffserv como Arquitectura de provisionamiento de Calidad de Servicio en la red de Campus-

Los equipos en esta capa del modelo planteado serán el acceso a la red para los usuarios de la Red de Campus de la EPN y estarán distribuidos en las dependencias más importantes del Campus.

### 3.5.3.1 Solución de acceso CISCO

Una de las alternativas en cuanto a equipos para el acceso de la red de Campus, es la utilización de equipos CISCO Catalyst 2950; las características principales de los mismos se presentan en la Tabla 3.18.

<b>Redundancia en caso de fallas.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para el estándar IEEE 802.1D, para conexiones redundantes simplificando la configuración de la red y maximizando la tolerancia a fallas.</li> <li>• Soporte para fuente de poder redundante.</li> <li>• Detección de enlaces unidireccionales en interfaces de fibra óptica, deshabilitándolos en caso de fallas en el medio o en el puerto.</li> </ul>
<b>Optimización del Ancho de Banda</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregación del ancho de banda a través de la tecnología EtherChannel, asegura la tolerancia a posibles errores y ofrece comunicación de alta velocidad entre conmutadores y con el grupo de servidores</li> <li>• Control de broadcast, multicast y unicast en cada uno de los puertos.</li> </ul>
<b>Seguridad.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La seguridad multinivel en el acceso por consola evita que usuarios desautorizados puedan alterar la configuración del conmutador.</li> <li>• Soporte para el estándar IEEE 802.1x para seguridad dinámica basada en puertos, evitando que usuarios desautorizados puedan acceder a la red.</li> <li>• La notificación de direcciones MAC permite a los administradores conocer la presencia de nuevos usuarios en la red.</li> <li>• Soporte para SNMPv3, para monitoreo y control de los dispositivos de red, administrando la configuración, tomando datos estadísticos de rendimiento y seguridad.</li> <li>• Soporte para VLANs.</li> </ul>
<b>Calidad de Servicio</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para reclasificación de tramas basadas en el estándar IEEE 802.1p.</li> <li>• Cuatro colas de salida por puerto basadas en hardware.</li> <li>• Asegura que aplicaciones sensibles a retardo sean atendidas antes que el resto de tráfico.</li> </ul>

Estándares
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.1x.</li> <li>• IEEE 802.3x Full Duplex en puertos 10 Base-T y 100 Base-Tx.</li> <li>• IEEE 802.1D Protocolo Spanning Tree.</li> <li>• IEEE 802.1p Priorización del tráfico a través del campo CoS.</li> <li>• IEEE 802.1Q Soporte para VLANs.</li> <li>• IEEE 802.3ad.</li> <li>• IEEE 802.3 Especificación 10 Base-T.</li> <li>• IEEE 802.3u Especificación 100 Base-Tx.</li> <li>• IEEE 802.3z Especificación 1000 Base-X.</li> </ul>
Administración
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administración vía Telnet.</li> <li>• Posibilidad de desplegar la información de cada interfaz en el equipo.</li> </ul>

**Tabla 3.18** *Características del CISCO Catalyst 2950*

La Figura 3.14 muestra el CISCO Catalyst 2950 propuesto para el acceso de la red de Campus.



**Figura 3.14** *CISCO Catalyst 2950 para la capa acceso*

Para la provisión de Calidad de Servicio, los equipos propuestos soportan el estándar IEEE 802.1p, el cual se plantea ser utilizado para la priorización de tráfico en la red de Campus., a nivel de acceso.

La Tabla 3.19 muestra la descripción y código de los módulos y accesorios requeridos para la solución CISCO en la capa distribución de la red de Campus.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
WS-C2950-24	24 port, 10/100 Catalyst switch, standard image only	128

**Tabla 3.19** Módulos para el CISCO Catalyst 2950

La descripción del número de puertos que se necesitan para la interconectividad de los equipos que conforman la red de Campus se especifican en la sección 3.5.5 del presente Proyecto. En el anexo B se presentan las hojas de especificaciones de los equipos planteados.

### 3.5.3.2 Solución de acceso Enterasys

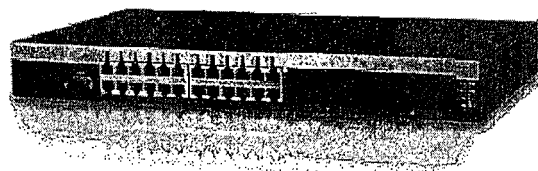
La solución Enterasys para la capa acceso de la red de Campus, propone la utilización de los equipos de la familia MATRIX V2; las características generales de estos equipos se presentan en la Tabla 3.20.

<b>Estándares.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporta 8,000 direcciones MAC.</li> <li>• IEEE 802.1p (Cuatro colas de salida con Priorización por puerto)</li> <li>• IEEE 802.1Q, Soporte para 255 VLANs</li> <li>• IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree protocol,</li> <li>• IEEE 802.3x Control de Flujo,</li> <li>• IEEE 802.1D Spanning Tree protocol,</li> <li>• IEEE 802.3ad Agregación de enlaces de alta velocidad.</li> <li>• Port Mirroring</li> </ul>
<b>Calidad de Servicio.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación de tráfico según parámetros de capa 2, capa 3 o capa 4.</li> <li>• Soporte para Weighted Fair Queuing (WFQ).</li> <li>• Control de velocidad de entrada y salida de información.</li> </ul>
<b>Administración.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interfaz para administración por consola.</li> <li>• Soporte para SNMP v1/v2</li> <li>• Soporte para RMON (group 1,2,3 and 9)</li> <li>• Administrable vía WEB.</li> <li>• Soporte para clientes BOOTP y DHCP.</li> <li>• Configuración de archivos upload/download por TFTP</li> <li>• Múltiple configuración de archivos.</li> </ul>

<b>Seguridad.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporta el estándar IEEE 802.1X.</li> <li>• Soporte para RADIUS</li> <li>• Soporte para SSL</li> <li>• Soporte para Access Control Lists (ACLs)</li> </ul>

**Tabla 3.20** *Características generales de los equipos de la familia MATRIX V2.*

La Figura 3.15 muestra los equipos propuestos para la capa acceso en la red de Campus.



**Figura 3.15** *Equipos Enterasys para la capa acceso de la red de Campus.*

Para la provisión de Calidad de Servicio, los equipos propuestos soportan el estándar IEEE 802.1p.

La Tabla 3.21 muestra la descripción y código de los módulos y accesorios requeridos para la solución Enterasys en la capa acceso de la red de Campus.

<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
V2H124-24	Matrix V2 con 24 10/100Base-TX ports vía RJ45 y 2 slots de expansión.	128

**Tabla 3.21** *Módulos requeridos para la solución Enterasys propuesta*

La descripción del número de puertos que se necesitan para la interconectividad de los equipos que conforman la red de Campus se especifican en la sección 3.5.5 del presente Proyecto. En el anexo B se presentan las hojas de especificaciones de los equipos planteados.

### 3.5.3.3 Solución de acceso 3COM

Para la solución 3COM en la capa acceso de la red de Campus, se propone la utilización de los equipos 3COM Baseline, cuyas características principales se presentan en la Tabla 3.22.

<b>Performance</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conmutación de capa 2 en todos los puertos, con modos de transmisión half ó full duplex.</li> <li>• 16 ó 24 puertos, ideal para el acceso a redes de mediana capacidad.</li> <li>• Rápida instalación plug-and-play y fácil operación</li> </ul>
<b>Redundancia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregación de Enlaces ayudan a garantizar la disponibilidad de la red.</li> <li>• Diseño redundante que proporciona un 100% de disponibilidad.</li> </ul>
<b>Estándares.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para IEEE 802.1p</li> <li>• Soporte para IEEE 802.1D Spanning Tree.</li> <li>• Soporte para 802.1x Control de flujos</li> <li>• Soporte para IEEE 802.3ad.</li> </ul>
<b>Calidad de Servicio</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para IEEE 802.1p con cuatro colas de salida por puerto basadas en hardware.</li> <li>• Clasificación de tráfico según parámetros de capas 2.</li> </ul>

**Tabla 3.22** Características generales de los conmutadores Baseline para la capa acceso

La Figura 3.16 muestra los equipos 3COM Baseline propuestos para el acceso a la red de Campus.



**Figura 3.16** Equipos 3COM Baseline para la capa acceso en la red de Campus.

La Tabla 3.23 presenta los módulos requeridos para implementar la solución 3COM para el acceso a la red de Campus.

Código	Descripción	Cantidad
3C16471	Switch 3COM Baseline de 24 puertos ethernet 10/100 y dos puertos ethernet 10/100/1000 BaseT	88
3C16470	Switch 3COM Baseline de 16 puertos ethernet 10/100 y dos puertos ethernet 10/100/1000 BaseT	40

**Tabla 3.23** Módulos requeridos para la solución 3COM en la capa acceso.

La descripción del número de puertos que se necesitan para la capa acceso en la red de Campus se especifican en la sección 3.5.5 del presente Proyecto. En el anexo B se presentan las hojas de especificaciones de los equipos planteados.

#### 3.5.3.4 Equipos de acceso Inalámbrico

Dentro de las principales bibliotecas de la EPN, tal es el caso de la Biblioteca General y la biblioteca en el edificio de Ingeniería Eléctrica – Química, se propone la utilización de equipos de acceso inalámbrico (Access Point), para dar la facilidad de acceso a la red a los usuarios mediante una tarjeta de red inalámbrica conectada a sus PCs portátiles.

Para tal efecto se recomiendan los equipos de acceso inalámbrico descritos a continuación.

##### 3.5.3.4.1 Solución CISCO

El conjunto de acceso Cisco Aironet de la serie 1200 provee un alto desempeño, manejabilidad y seguridad en redes de área local inalámbricas. Las principales características de estos equipos se presentan en la Tabla 3.24.



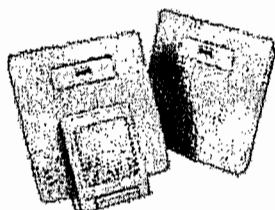
<b>Estándares</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte de 802.11g u 802.11b a 2.4 Ghz, configurables hasta 100 mW</li> <li>• Ofrece velocidades de conexión hasta 11 Mbps (IEEE 802.11b) o 54 Mbps (IEEE 802.11g).</li> <li>• Diseño de alta confiabilidad para transmisión de datos a gran distancia.</li> <li>• Puerto autosensing 802.3 10/100 BaseT Ethernet</li> </ul>
<b>Calidad de servicio</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Priorización de tráfico según los requerimientos de las aplicaciones.</li> <li>• Soporte para VLANs</li> </ul>
<b>Seguridad</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para 802.1x y listas de control de acceso.</li> <li>• Soporte para seguridades en VLANs.</li> <li>• Soporte para encriptación de datos.</li> </ul>
<b>Redundancia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para balanceo de carga.</li> </ul>
<b>Topología</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura ó en estrella</li> </ul>
<b>Protocolo de acceso</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CSMA/CA Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance</li> </ul>
<b>Frecuencias</b>
<p>• 802.11b:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2.412 to 2.462 GHz (FCC)</li> <li>- 2.412 to 2.472 GHz (ETSI)</li> <li>- 2.412 to 2.484 GHz (TELEC)</li> <li>- 2.432 to 2.447 GHz (Israel)</li> </ul> <p>• 802.11g:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2.412 to 2.462 GHz (FCC)</li> <li>- 2.412 to 2.472 GHz (ETSI)</li> <li>- 2.412 to 2.484 GHz CCK: (TELEC)</li> <li>- 2.412 to 2.472 GHz OFDM: (TELEC)</li> <li>- 2.432 to 2.447 GHz (Israel)</li> </ul>
<b>Rango</b>
<p>802.11g (30 mW with 2.2 dBi gain diversity dipole antenna)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 ft (27 m) @ 54 Mbps</li> <li>• 95 ft (29 m) @ 48 Mbps</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 ft (30 m) @ 36 Mbps</li> <li>• 140 ft (42 m) @ 24 Mbps</li> <li>• 180 ft (54 m) @ 18 Mbps</li> <li>• 210 ft (64 m) @ 12 Mbps</li> <li>• 250 ft (76 m) @ 9 Mbps</li> <li>• 300 ft (91 m) @ 6 Mbps</li> </ul>
<b>Sensibilidad de recepción</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.11b: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1 Mbps: -94 dBm</li> <li>○ 2 Mbps: -91 dBm</li> <li>○ 5.5 Mbps: -89 dBm</li> <li>○ 11 Mbps: -85 dBm</li> </ul> </li> <li>• 802.11g: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1 Mbps: -95 dBm</li> <li>○ 2 Mbps: -91 dBm</li> <li>○ 5.5 Mbps: -89 dBm</li> <li>○ 6 Mbps: -90 dBm</li> <li>○ 9 Mbps: -84 dBm</li> <li>○ 11 Mbps: -88 dBm</li> <li>○ 12 Mbps: -82 dBm</li> <li>○ 18 Mbps: -80 dBm</li> <li>○ 24 Mbps: -77 dBm</li> <li>○ 36 Mbps: -73 dBm</li> <li>○ 48 Mbps: -72 dBm</li> <li>○ 54 Mbps: -72 dBm</li> </ul> </li> </ul>

**Tabla 3.24** *Características principales del CISCO Aironet 1200*

El Access Point soporta el protocolo 802.1p para la provisión de Calidad de Servicio a nivel de acceso, con lo que se garantiza que aplicaciones críticas sean atendidas sobre aplicaciones de menor importancia. En el anexo D se muestran las hojas de información de los equipos a implementarse para acceso inalámbrico.

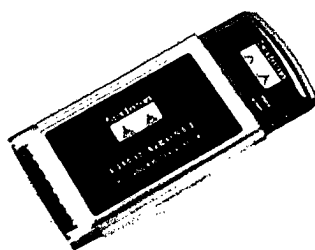
La Figura 3.17 muestra el Access Point de la serie CISCO Aironet 1200:



**Figura 3.17** *Access Point de la serie CISCO Aironet 1200*

Los usuarios dentro de los sitios en los que se implemente este sistema, tal es el caso de las bibliotecas en las principales dependencias de la Escuela, pueden acceder a la red mediante un adaptador de usuario para redes LAN inalámbricas Cisco Aironet, el cual provee beneficios de movilidad inalámbrica transparentes para los usuarios.

La Figura 3.18 muestra el adaptador de usuario tentativo para el acceso inalámbrico a la red de Campus:



**Figura 3.18** Adaptador de usuario para LAN CISCO Aironet 802.11 a/b/g  
Wireless Card

#### 3.5.3.4.2 Solución 3COM

Una de las soluciones para dar acceso a la red a los usuarios dentro de las bibliotecas, es la provista mediante los equipos del fabricante 3COM. El 3COM Wireless 8750 Access Point permite crear una LAN inalámbrica de buen rendimiento y de categoría empresarial que soporta hasta 250 usuarios simultáneos. Las características integradas de seguridad, administración, actualización y fiabilidad hacen que resulte apto para cualquier ambiente que se enfrente a crecientes necesidades de computación móvil.

Entre las principales características de este equipo se tiene:

- Soporta hasta 250 usuarios simultáneos.
- Se entrega como un punto de acceso de modo dual 802.11a que opera en la banda de 5 GHz con velocidad de conexión de 54 Mbps, y 802.11b que

opera en la banda de 2.4 GHz con velocidad de conexión de 11 Mbps, para una máxima flexibilidad y cobertura.

- El soporte de IP estático y de DHCP permite la entrada manual de direcciones IP y la generación automática de direcciones IP, para una configuración flexible.

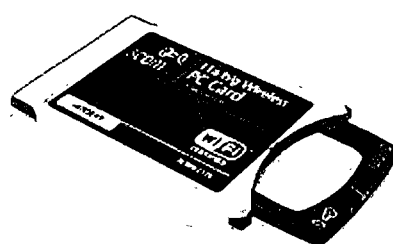
La Figura 3.19 muestra el 3COM Wireless LAN Access Point 8750



**Figura 3.19** 3COM Wireless LAN Access Point 8750

Los usuarios deben tener conectado a su host una tarjeta Wireless 3COM 11 a/b/g PC Card con antena XJACK. Esta tarjeta de red ofrece robustas características de seguridad basadas en estándares y de próxima generación del mercado actual.

La Figura 3.20 muestra la tarjeta 3COM 11 a/b/g Wireless PC card.



**Figura 3.20** 3COM 11 a/b/g Wireless PC card

### 3.5.4 SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LA RED DE CAMPUS

Tres han sido las soluciones analizadas para el diseño de capas de la red de Campus planteada en este Proyecto. Los productos tomados en cuenta fueron:

---

CISCO, Enterasys y 3COM. Finalmente, la solución escogida fue la de 3COM, basándose en las siguientes razones:

- *Equipamiento 3COM de la red actual:* La principal razón es que la red existente en la EPN tiene la mayoría de sus equipos de la marca 3COM, por lo tanto, la migración paulatina a la nueva red propuesta en el Proyecto, resultaría mucho más sencilla.
- *Configuración:* Los equipos 3COM son de fácil configuración e instalación, permitiendo la puesta en servicio de los mismos con la mínima intervención del administrador de la red.
- *Garantía de los productos:* Comprende un período de un año, tiempo superior al ofrecido para equipamiento CISCO.
- *Disponibilidad de productos:* 3COM tiene presencia en Ecuador con una gran variedad en sus productos, ofreciendo a la EPN disponibilidad en sus productos, en caso de reposiciones o nuevas adquisiciones.
- *Prestaciones:* 3COM cuenta con personal técnico calificado para desarrollar soluciones e implementaciones de red, así como también el soporte necesario en caso de requerirlo.
- *Experiencia de la compañía:* 3COM cuenta con una amplia experiencia en el mercado ecuatoriano.
- Los equipos del fabricante 3COM propuestos en secciones anteriores, cumplen con la característica fundamental que se requiere para los equipos de la red de Campus, el soporte del estándar IEEE 802.1p a nivel de capa 2 para los equipos de acceso, y soporte para la Arquitectura Diffserv a nivel de capa 3, en los equipos de distribución y backbone, para garantizar niveles de Calidad de Servicio a las aplicaciones que corren sobre la red.

Las características de los equipos 3COM al igual que de los equipos CISCO y Enterasys analizados en este Proyecto pueden encontrarse los anexos referentes a equipamiento.

### 3.5.5 DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

Luego de haber realizado el Levantamiento de los equipos existentes y las estimaciones de crecimiento del número de usuarios dentro de la Polired, es necesario el dimensionar los equipos de interconectividad a utilizarse dentro de cada una de las capas que forman el modelo jerárquico utilizado en el diseño.

Es importante mencionar que los equipos a utilizarse en el presente Diseño trabajan con tecnología de conmutación por cuestiones de rendimiento, disponibilidad y eficiencia de la red. En la Tabla 3.25 se especifica las características generales de los conmutadores a implementarse en cada una de las capas del modelo planteado.

Capa	Nomenclatura	Descripción
Backbone	BACK	24 puertos de fibra óptica Fast Ethernet, 1 puerto UTP Fast Ethernet, 2 uplink de fibra óptica Gigabit Ethernet, 1 uplink UTP Fast Ethernet,
Distribución	DISTR1	12 puertos UTP Fast Ethernet, 1 uplink de fibra óptica Fast Ethernet
	DISTR2	24 puertos UTP Fast Ethernet, 2 uplink de fibra óptica Fast Ethernet
	DISTR3	24 puertos UTP Fast Ethernet, 3 uplink de fibra óptica Fast Ethernet
	DISTR4	12 puertos UTP Fast Ethernet, 1 uplink UTP Fast Ethernet
Acceso	ACC1	16 puertos Ethernet 10/100, 1 uplink UTP Fast Ethernet
	ACC2	24 puertos Ethernet 10/100, 1 uplink UTP Fast Ethernet

**Tabla 3.25** *Dimensionamiento de los equipos en cada una de las capas del modelo planteado para la red de Campus.*

Las Figuras 3.21 y 3.22 presentan un diagrama de la red de Campus de la parte Norte y de la parte Sur de la misma respectivamente, con los dispositivos de Backbone, Distribución y Acceso para cubrir y dar servicio a los usuarios ubicados en las principales dependencias de la Escuela.

Figura 3.21 Diagrama de la red de Campus para la parte Norte

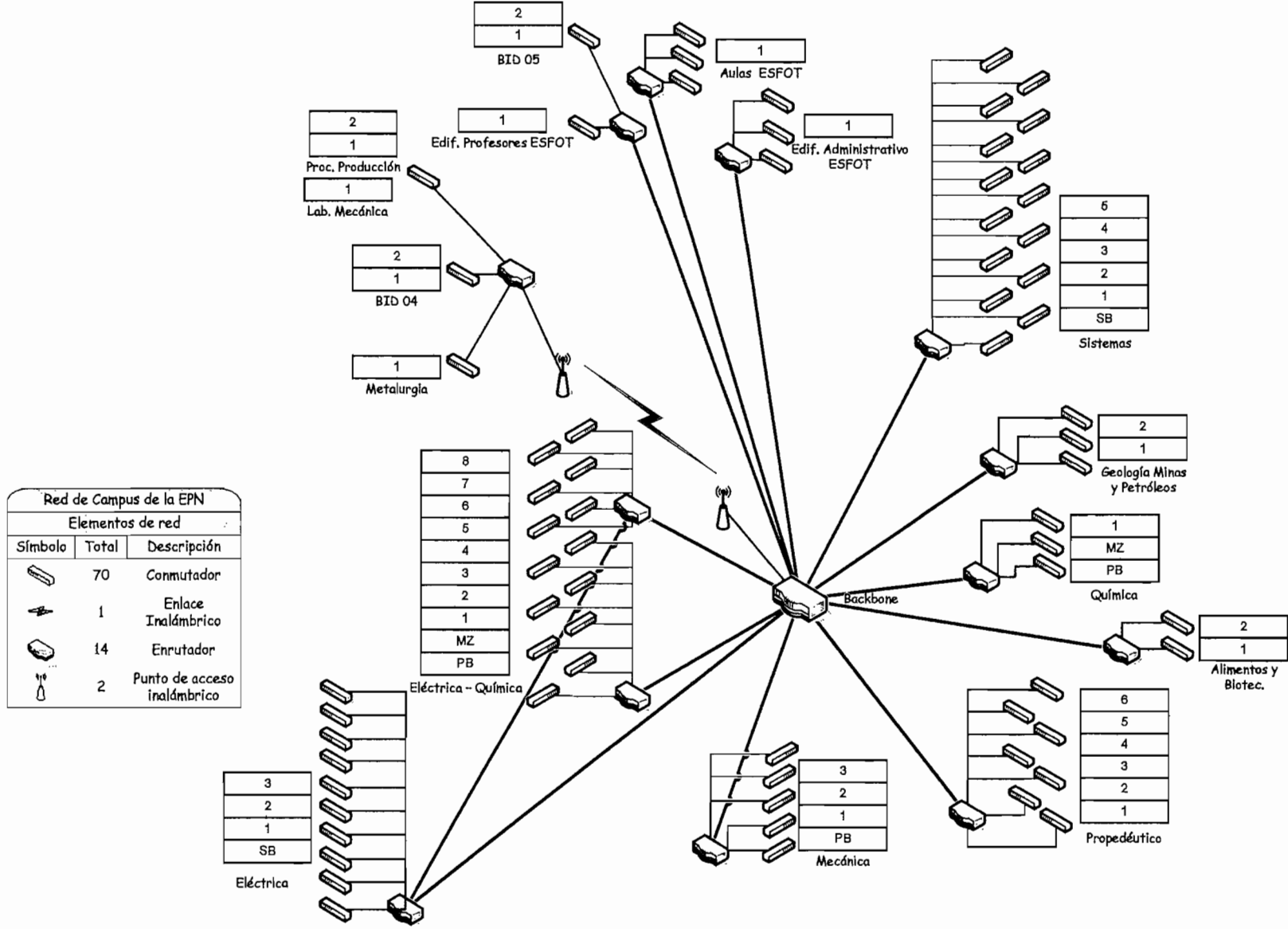
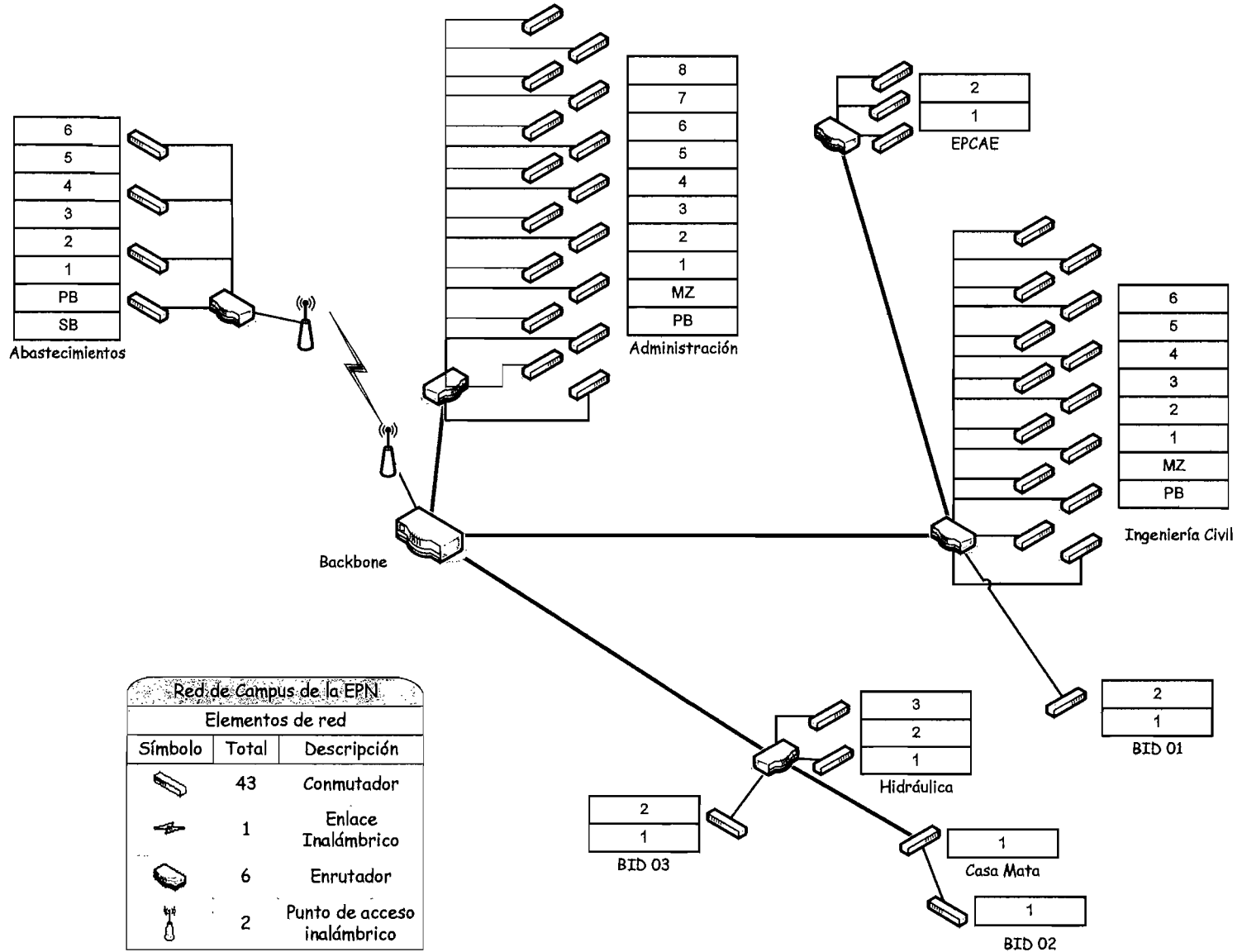


Figura 3.22 Diagrama de la red de Campus para la parte Sur





### 3.5.6 GRUPO DE SERVIDORES DE LA RED DE CAMPUS

El grupo de servidores está formado por todos los servidores que soportan la mayoría de las operaciones de los usuarios de red y son considerados como críticos para el funcionamiento de la misma. Es muy común el centralizar la gran parte de los servidores dentro de una red de Campus, conectándolos como un bloque o módulo adicional de alta capacidad gracias a la modularidad del diseño escogido.

Para el caso de la EPN, existe un único bloque adicional que agrupa los servidores de la red Administrativa y la red Académica. Dicho grupo de servidores será un punto de concentración de la gran parte de tráfico que se generará dentro del Campus; por tal motivo, la capacidad de los enlaces que conecten al grupo de servidores a la red, además de seguridades, deben tener un ancho de banda que permita al tráfico generado, fluir sin mayores complicaciones. El grupo de servidores de la red de Campus, estará conformado por los servidores centralizados que se mencionan a continuación:

- Servidor DHCP
- Servidor Administrativo
- Servidor de Archivos
- Servidor de Bases de Datos
- Servidor de Biblioteca

Dos servidores de la red de Campus estarán ubicados en la zona DMZ, explicada posteriormente; ya que son servidores que tendrán acceso remoto, por lo que es conveniente que se encuentren en una zona que no involucre demasiado riesgo para la seguridad de la red de Campus. Estos servidores son:

- Servidor de HTML
- Servidor de correo electrónico
- Servidor de nombres de dominio

Los servidores centralizados soportan la mayor parte de las operaciones de los usuarios de red. Tales servidores se conectarán a un conmutador de distribución, el cuál dará servicio exclusivamente al grupo de servidores de la Escuela. Cabe mencionar que el dimensionamiento de los servidores de la red de Campus es un tema que no se trata en el alcance del presente Proyecto.

El enlace de conectividad del grupo de servidores hacia el backbone de la red de Campus debe soportar el acceso a consultas y servicios que los usuarios de la red requieran sin generar en este punto un cuello de botella.

Par esto, se considera que en hora pico, el tráfico generado por el 60% del número total de usuarios de la red de Campus generará tráfico hacia el grupo de servidores. Considerando además que el ancho de banda para este tipo de tráfico es de 400 Kbps como se mencionó en la Tabla 2.49, y que cada uno de los servidores tendrá determinado factor de utilización, que depende de las aplicaciones y servicios que este brinde, el enlace deberá tener la capacidad que se muestra en la Tabla 3.26.

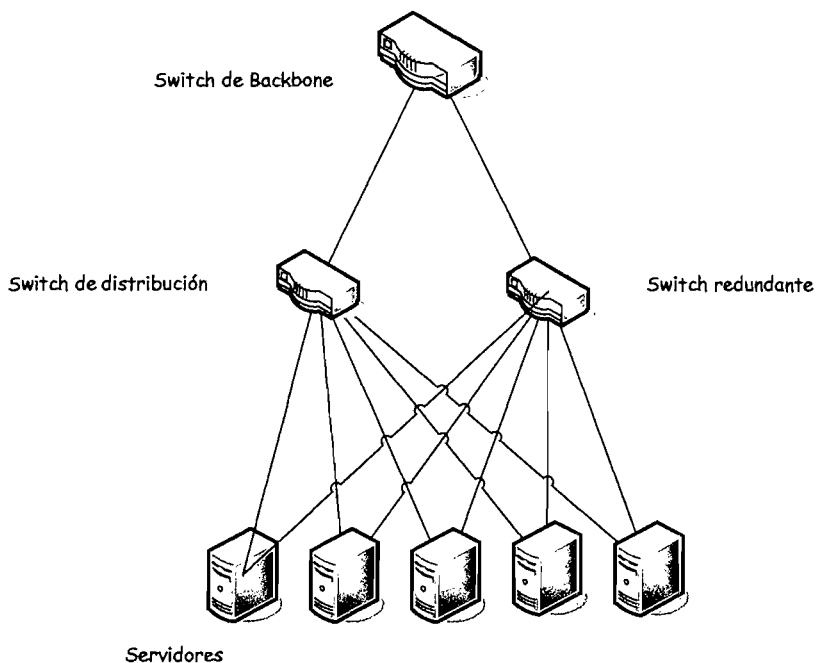
Servidores	Factor de Utilización	Usuarios hora pico	Tráfico generado por cada transacción [Kbps]	Tráfico generado [Kbps]	Tráfico total generado [Kbps]	Enlace Requerido [Mbps]
Servidor DHCP	0.1	1242	400	49680	695520	700
Servidor Administrativo	0.2	1242		99360		
Servidor de Archivos	0.2	1242		99360		
Servidor de Bases de Datos	0.4	1242		198720		
Servidor de Biblioteca virtual	0.5	1242		248400		

**Tabla 3.26** Dimensionamiento del enlace hacia el grupo de servidores.

De la Tabla 3.26 se concluye que para el enlace al grupo de servidores es necesario un enlace de 1 Gbps.

### 3.5.6.1 Redundancia para el grupo de servidores

Es importante proveer de redundancia al grupo de servidores de la red de Campus, ya que representa uno de los puntos críticos de la red de Campus; Para esto, se plantea la utilización de un equipo de distribución redundante como se muestra en la Figura 3.23 y al igual que los enlaces hacia el backbone de tal forma que la disponibilidad en la red de los mismos se garantice.



**Figura 3.23** Redundancia para el grupo de servidores de la red de Campus

Al tener un enlace redundante hacia el grupo de servidores de la red de Campus, es posible el poder realizar el balanceo de carga entre los dos enlaces hacia el backbone.

Los servidores distribuidos brindan servicio a un grupo específico de usuarios; para el caso de la red de Campus, los servidores distribuidos más importantes serán:

- Servidor de Bases de Datos
- Servidor de aplicaciones Financieras

Estos servidores se conectarán a los conmutadores de acceso ó a los conmutadores de distribución, dependiendo del tipo de servicio que brinden y de la cobertura de usuarios de deban cubrir.

### **3.5.6.2 Servidor de nombres de dominio**

Los servidores DNS almacenan información acerca del espacio de nombres del dominio, y son conocidos como servidores de nombres. Los servidores de nombres suelen ser responsables de una o más zonas (entendiendo como zona un archivo físico que almacena registros de la base de datos de una parte del espacio de nombres DNS). El servidor de nombres se dice que tiene autoridad sobre esas zonas.

#### *3.5.6.2.1 Servidores de nombres principal y secundario*

El servidor de nombres principal es un servidor de nombres que obtiene los datos de sus zonas de archivos locales. Los cambios en una zona, como la adición de dominios, se realizan en el servidor de nombres principal.

El servidor de nombres secundario obtiene los datos de sus zonas del servidor de nombres principal.

La razón fundamental para la existencia de un servidor de nombres secundario es la de la redundancia. Se necesitan al menos dos servidores de nombres DNS que sirvan cada zona, uno principal y al menos uno secundario, para que en caso de fallo, alguno de ellos responda a las peticiones de nombres.

En el proceso de resolución de nombres, los servidores de nombres almacenan en caché las respuestas obtenidas fuera de su zona para evitar tiempo en la resolución de respuestas a peticiones similares.

### **3.5.6.3 Servidor de correo electrónico**

El correo electrónico clasifica como el servicio más utilizado de todos los que existen actualmente de arquitectura cliente-servidor. Gracias a este se tiene la posibilidad de comunicarse rápidamente con todo el mundo desde un host de forma muy simple y barata. Basta con tener un buzón en el servidor de correo correctamente configurado y una aplicación cliente para operar con dicho buzón. La función principal del servidor de correo electrónico es mantener un fichero o un conjunto de ellos agrupados en un directorio donde se almacenan en cierto formato los mensajes que llegan para cada uno de los usuarios de la red de Campus. Profesores y personal administrativo, tendrán acceso a este servicio.

### **3.5.6.4 Servidor DHCP**

Es el encargado de atender las peticiones de direcciones IP de los usuarios que se conectan a la red desde las áreas en las cuales funciona el servicio de direcciones automáticas, tal es el caso de las bibliotecas en las distintas dependencias de la Escuela Politécnica Nacional. Debe estar a disposición de todos los usuarios dentro de las áreas de servicio a través de los agentes relevadores explicados posteriormente.

### **3.5.6.5 Servidor Administrativo**

La administración de la Universidad de hoy en día tiende hacia un sistema administrativo completamente automatizado basado en un servidor principal. Este servidor Administrativo contiene los datos de seguimiento de los estudiantes, datos de matrículas, calificaciones y otras funciones administrativas. Este servidor sólo debe estar a disposición de los miembros del personal administrativo, para lograr un nivel de seguridad.

### **3.5.6.6 Servidor de Biblioteca**

Es importante el contar con un sistema automatizado de recuperación e información de cada una de las bibliotecas dentro del Campus, que mantenga

cada biblioteca en línea para fines de investigación curricular. Este servidor debe estar a disposición de todos los usuarios dentro o fuera del Campus universitario.

Cada uno de los encargados de las bibliotecas deberá estar pendiente y al tanto de la actualización de la base de datos del servidor de biblioteca.

#### **3.5.6.7 Servidor de Archivos**

Este servidor está encaminado principalmente a dar servicio de almacenamiento de información a los usuarios de la red de Campus de la Escuela, tal forma que cada uno de ellos disponga de cierta capacidad en el disco de este servidor para el almacenamiento de información importante. Además este servidor almacenará los instaladores para el software necesario dentro de la red de Campus. El acceso a estos será limitado únicamente a los administradores de la red, quienes se encargarán de realizar el mantenimiento y actualización del software necesario en los hosts de la red.

#### **3.5.6.8 Otros Servidores**

Cualquier otro servidor implementado en los sitios universitarios se debe considerar como un servidor departamental (de grupo de trabajo) y se debe colocar de acuerdo con las necesidades de acceso del grupo de usuarios. Antes de implementar otros servidores, se debe realizar un análisis de los requisitos con el propósito de determinar la ubicación del servidor en la red de Campus.

### **3.5.7 VLANS EN LA RED DE CAMPUS DE LA EPN**

Como se mencionó en el Capítulo 2 del presente Proyecto, el diseño plantea la existencia de dos redes: la red Académica y la red Administrativa, ambas trabajando sobre el mismo medio físico, ya que el tener dos redes físicamente separadas, incurriría en gastos considerablemente altos. Para que ambas redes trabajen sobre el mismo medio de transmisión, es indispensable utilizar VLANs (Virtual LANs). Una VLAN es un conjunto de dispositivos que funcionan como un solo segmento LAN; estos dispositivos pueden encontrarse en segmentos físicos

diferentes, e incluso en ubicaciones distantes, pese a lo cual se comunican como si pertenecieran al mismo segmento. La creación de VLAN permite a los usuarios situados en áreas distintas o conectados a puertos distintos pertenecer a una misma LAN; los usuarios que han sido asignados a este grupo podrán enviar y recibir tráfico broadcast y multicast como si estuvieran todos conectados a un segmento común. Para la red de Campus de la EPN, se utilizarán cuatro VLANs, definidas mediante agrupación de puertos en los equipos de la capa distribución, ya que la configuración resulta sencilla y además, existe un control y manejo apropiado por parte del Administrador de la red. La Tabla 3.27 muestra las VLANs a configurarse en la red de Campus y el número de usuarios y la ubicación de los usuarios en cada una de ellas.

DEPENDENCIAS	DISTRIBUCIÓN DE LOS USUARIOS EN LAS VLAN			
	ADMINISTRATIVA		ACADÉMICA	
	1	2	3	4
Edificio de Ingeniería Eléctrica	21	0	26	112
Edificio de Ingeniería Eléctrica Química	7	0	46	212
Edificio de Ingeniería Química	4	0	12	35
Ala Norte	0	0	8	28
Edificio de Ingeniería Mecánica	15	0	22	52
Edificio de Ingeniería en Sistemas	41	0	25	248
ESFOT	28	0	48	89
Edificio Propedéutico	14	0	14	109
Edificio de Ingeniería en Geología Minas y Petróleos	10	0	10	33
Edificio de Abastecimientos	31	0	5	36
Edificio Administrativo	106	26	56	90
Edificio de Ingeniería Civil	21	0	79	169
Edificio de Ingeniería Hidráulica	8	0	18	12
EPCAE	16	0	7	31
Casa Mata	0	0	3	5
Proyectos BID	0	0	0	57
Alimentos y Biotecnología	2	0	17	7
TOTAL	324	26	396	1325
	2071			

**Tabla 3.27** VLANs configuradas en la Polired

### 3.6 CONEXIÓN CON REDES EXTERNAS

En la actualidad el acceso a Internet es mediante un enlace de 1024 [Kbps], para abarcar los 2071 usuarios proyectados a ocho años, que se consideran en el presente proyecto, es necesario realizar varias consideraciones<sup>5</sup>:

Todos tendrán acceso a Internet,

Factor de uso del servicio (1/10),

Factor de Compresión en Internet (1/10)

Tráfico promedio para uso de Internet 128 [Kbps]

Porcentaje de utilización de capacidad de procesamiento del CPU (75%).

Bajo las consideraciones anteriores, la capacidad del enlace para acceso a Internet viene dado por:

Capacidad del Enlace =  $(2071 * 128 * 0.75 * 0.1 * 0.1)$  [Kbps] = 1989.12 [Kbps]

En términos comerciales un E1 (2048 [Kbps]) debe ser la capacidad del enlace para conexión a Internet.

Una de las partes más importantes de la red es la conexión con el mundo exterior, principalmente mediante el Internet, herramienta muy utilizada dentro del Campus y con proyecciones de crecimiento constante. Para tal efecto, el acceso a redes externas será manejado como un bloque más dentro del diseño, donde exista una capa distribución, a la cual se interconecten los ruteadores que dan salida a los usuarios a redes externas. Este bloque se unirá al backbone de la red, a través de fibra óptica, y garantizando un ancho de banda que logre satisfacer las necesidades de los distintos usuarios de la red.

Cada ruteador de salida a redes externas debe manejar políticas de seguridad claras para evitar el acceso de intrusos a la red de la Escuela.

Además es necesario tomar medidas adicionales para reforzar la seguridad en este punto de la red, para ello se prevé la utilización de un Firewall, como se menciona en una sección posterior. El ruteador para la salida a Internet será el

---

<sup>5</sup> <http://research.ac.upc.es/HPCseminar/SEM0001/oscar.ppt> Influencia de la arquitectura tanto hardware como del SO en el rendimiento de los enrutadores IP



---

CISCO 2600 que actualmente se utiliza para este fin, ya que las características del mismo permiten mantenerlo en funcionamiento satisfaciendo los requerimientos de conectividad con el medio externo. De igual manera, el presente proyecto permite la interconexión con otras áreas por medio de conexiones WAN, la capacidad del enlace para dicha conexión, se dará de acuerdo al nivel de información que se necesite para el efecto.

### **3.7 RESUMEN GENERAL DEL DISEÑO PLANTEADO PARA LA RED DE CAMPUS**

Una vez determinado el modelo de Campus, el tipo de *backbone* a utilizarse en la EPN y las características de las capas de distribución y acceso, se presenta a continuación un resumen con la conformación de cada una de las capas dentro del diseño del Campus multicapa.

**Acceso**, está formada por conmutadores de capa 2, ubicados en las principales dependencias de la EPN y serán el lugar donde se conectarán los hosts tanto a la Red Administrativa como a la Red Académica.

**Distribución**, lo conforman los conmutadores de capa 3 ubicados en cada una de las dependencias de la EPN y que se enlazarán con los conmutadores de *backbone* mediante los enlaces secundarios existentes de fibra óptica y los nuevos enlaces que deben interconectar aquellas dependencias que en la actualidad no tienen acceso a la Polired. Gracias a la conmutación de capa 3, el tráfico permanecerá dentro de cada edificio y solamente pasará al *backbone* en una comunicación entre edificios de la parte norte y de la parte sur o viceversa.

**Backbone**, que lo conformarán los conmutadores de capa 3 ubicados tanto en el Centro de Cómputo General en el edificio de Administración, como en el tercer piso del edificio de Ingeniería Eléctrica-Química, y que se unirán mediante el enlace de fibra existe entre dichas dependencias. En esta capa, *gracias a la*

conmutación de capa 3, se tendrá un control de *broadcast* y *multicast* en el *backbone* incrementándose la eficiencia del mismo.

La Tabla 3.28 muestra el valor de los enlaces entre los equipos de distribución y el backbone de la red de Campus.

Dependencias de la Escuela Politécnica Nacional	Capacidad de los enlaces [Mbps]
Ingeniería Eléctrica	50
Ingeniería Química	20
Ingeniería Eléctrica - Química	80
Ala norte	10
Ingeniería Mecánica	30
Ingeniería en Sistemas	130
ESFOT, BID 05	50
Propedéutico	40
Ingeniería en Geología, Minas y Petróleos	20
Alimentos y Biotecnología	10
Administrativo	90
Ingeniería Civil	200
Hidráulica, Casa Mata, BID 02, BID 03	40
EPCAE	20
Abastecimientos	30
Servidores	1000
Acceso a Redes Externas	200

**Tabla 3.28** Valores de conexión entre distribución y backbone.

La Figura 3.24 muestra la propuesta de conexión de los equipos de distribución en la red de Campus de la EPN.

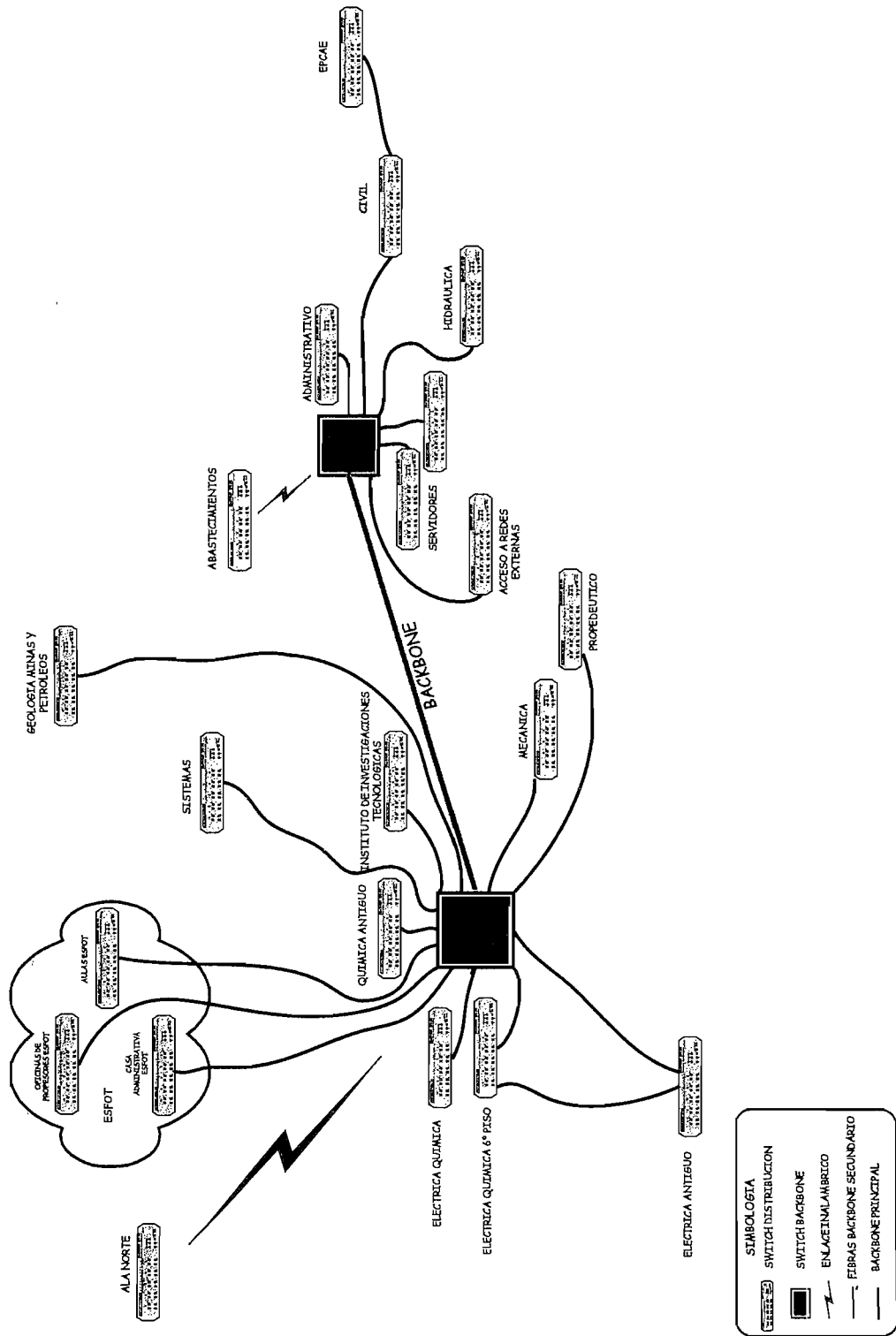
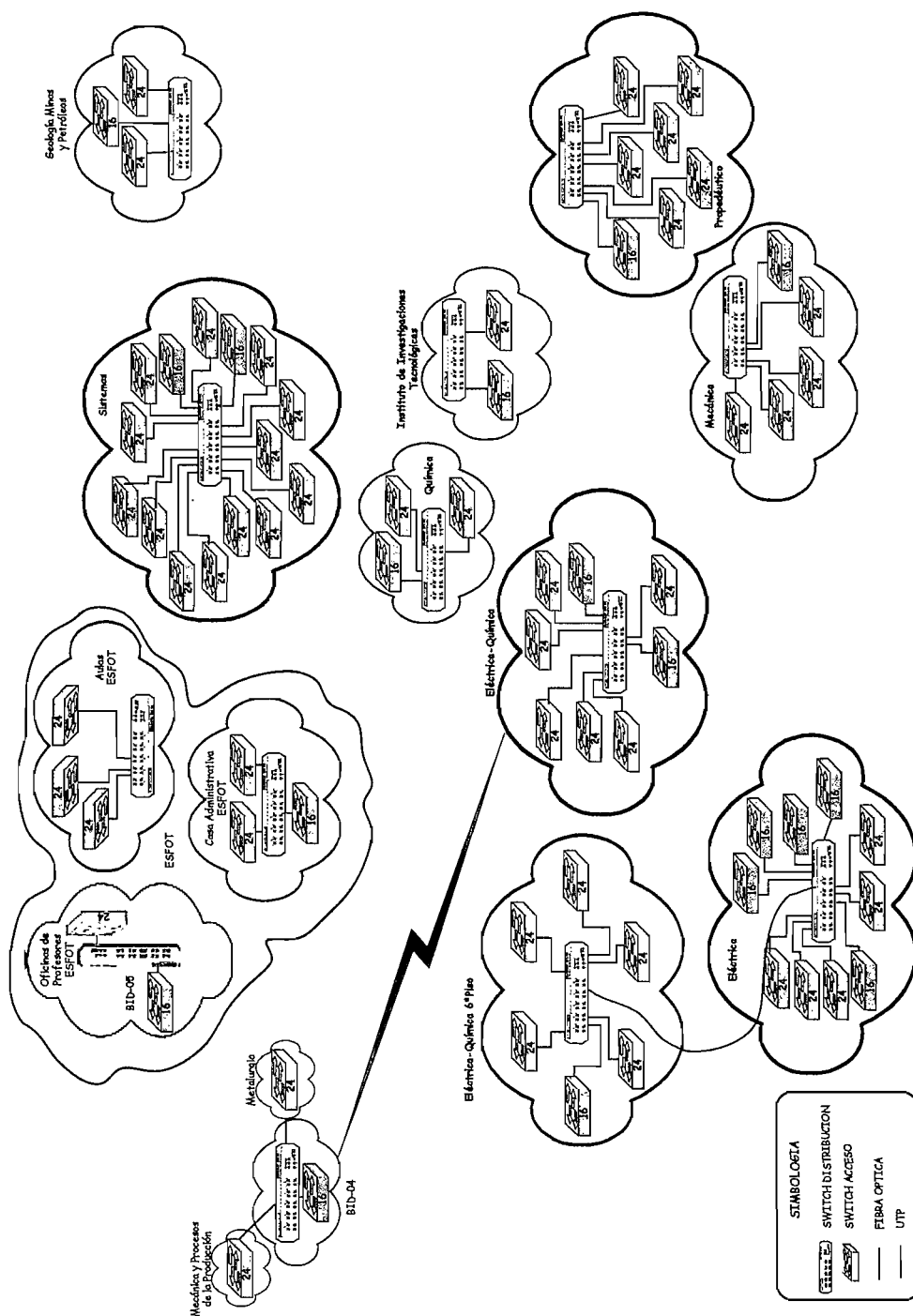


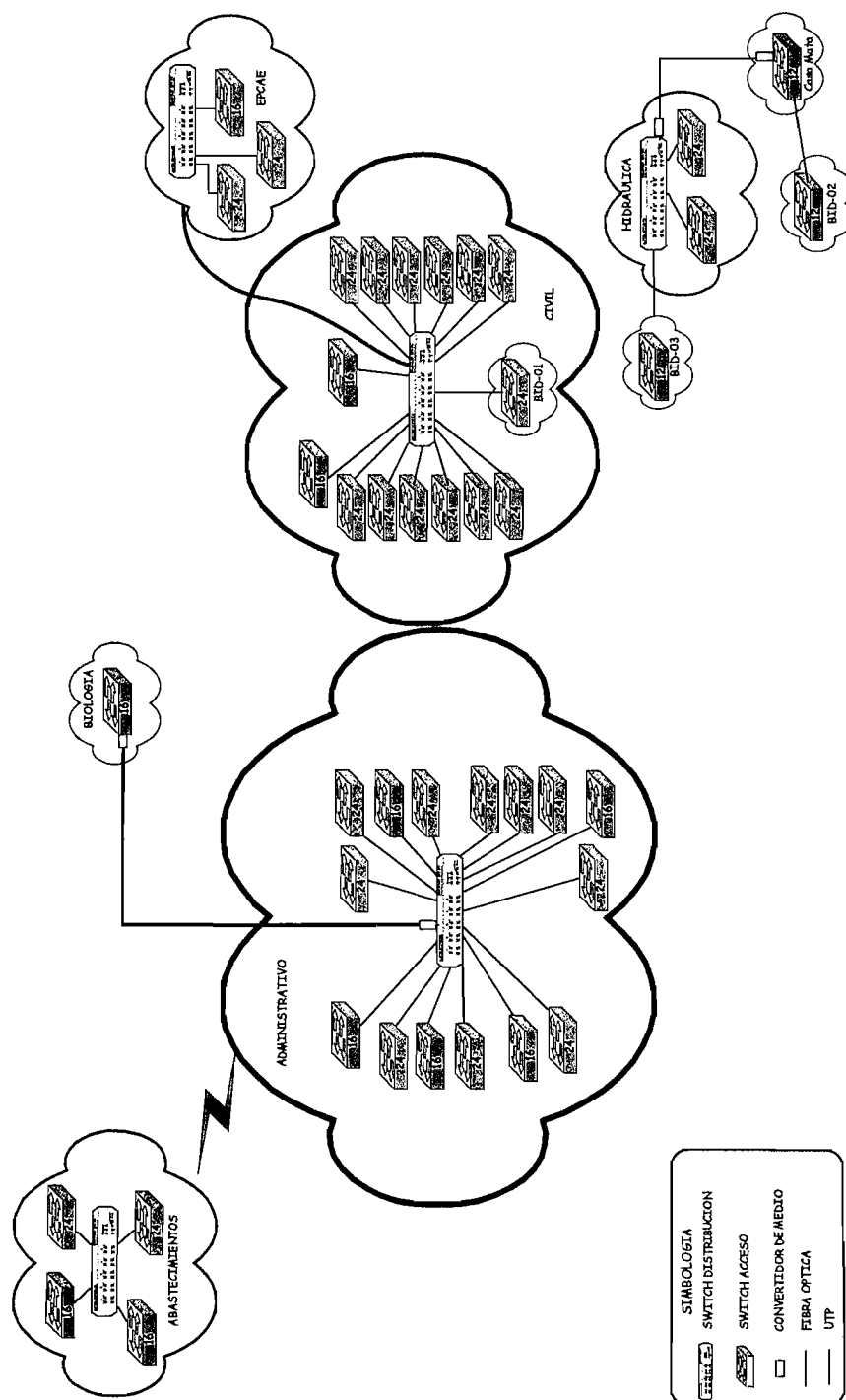
Figura 3.24 Propuesta de conexión para la red de Campus.

La Figura 3.25 muestra el esquema de conexión con los equipos de acceso utilizados en cada dependencia de la parte norte del Campus para el diseño propuesto en este Proyecto.



**Figura 3.25** Equipos en las dependencias de la parte norte del Campus de la EPN.

La Figura 3.26 muestra el esquema de conexión con los equipos de acceso utilizados en cada dependencia de la parte sur del Campus para el diseño propuesto en este Proyecto.



**Figura 3.26** Equipos en las dependencias de la parte sur del Campus de la EPN.

### 3.8 DIRECCIONAMIENTO IP PARA LA RED DE CAMPUS

Se ha determinado la utilización de direcciones privadas de clase B para la red de Campus de la EPN por las siguientes razones:

Las direcciones IP públicas que actualmente posee la red de Campus son clase C, las cuales tienen un rango de direcciones para hosts muy limitado.

El número de hosts por subred en una dirección clase C es reducido, considerando que para la red de Campus son necesarias 4 subredes con un amplio rango de hosts.

Cabe mencionar que se realizará subredes, con la ayuda de VLSM, de tal forma que cada VLAN dentro del Campus maneje su tráfico interno.

La dirección de red para la EPN será:

**Dirección IP:** 172.16.0.0

**Máscara:** Variable, dependiendo del número de hosts que se necesite en cada subred.

La Tabla 3.29 presenta las direcciones IP de subred y el rango para hosts para las distintas dependencias de la Escuela que deben tener acceso a las cuatro VLANs.

VLAN	Subred	Máscara de red	Rango de direcciones para host	Gateway por defecto
1	172.16.10.0	255.255.254.0	172.16.10.1 – 172.16.11.254	172.16.10.1
2	172.16.12.0	255.255.255.192	172.16.12.1 – 172.16.12.62	172.16.12.1
3	172.16.8.0	255.255.254.0	172.16.8.1 – 172.16.9.254	172.16.8.1
4	172.16.0.0	255.255.248.0	172.16.0.1 – 172.16.7.254	172.16.0.1

**Tabla 3.29** Direcciones de red para cada dependencia dentro del Campus con acceso a la red Académica.

Cada VLAN tendrá disponibilidad de direcciones de red para nuevos hosts que se conecten a la red, siempre y cuando el Administrador de la misma suministre una y exista disponibilidad física para la conexión a la red.

### **3.8.1 ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES IP AUTOMÁTICAS**

La asignación de direcciones IP automáticas se la realizará dentro de las áreas en las cuales un estudiante, profesor o personal administrativo, podría conectar un equipo portátil para acceder a los servicios proporcionados por la red. Tales áreas serán las bibliotecas de las dependencias más importantes del Campus, en donde un usuario podrá conectar su terminal a la red, solicitar una dirección IP disponible al servidor DHCP, el cual le asignará una de las direcciones libres para que acceda a la red con privilegios establecidos.

#### **3.8.1.1 Agente Relevador (Relay) DHCP**

Mediante la utilización de un agente relevador DHCP, se puede hacer que todos los servidores de segmento de red múltiples recuperen la información de direcciones IP desde un único servidor DHCP.

Un cliente DHCP transmite una consulta de difusión en la que solicita la dirección IP que va a utilizarse. Si existe un servidor DHCP en el mismo segmento de red, responderá con una dirección IP y cualquier información adicional que se haya configurado.

Sin embargo, las consultas de difusión no suelen pasar por los ruteadores, motivo por el cual es necesario la utilización del agente relevador DHCP. Al colocar un equipo con el agente relevador DHCP instalado en todos los segmentos de una red, los usuarios DHCP no necesitan encontrarse en el mismo segmento de red que el servidor DHCP. El agente relevador atenderá a las peticiones DHCP y las reenviará al servidor DHCP.

### 3.8.2 TRADUCCIÓN DE DIRECCIONES DE RED (NAT)

La traducción de direcciones de red (NAT, *Network Address Translation*) es el proceso de utilizar de forma transparente un servidor *proxy* para transferir paquetes entre una red externa y una red interna. Con la funcionalidad NAT, puede utilizarse una única conexión de red para que todos los usuarios tengan acceso a Internet. Hasta ahora, los administradores tenían que utilizar un *proxy* de capa aplicación o uno de capa sesión, lo que exigía modificaciones en los hosts de los usuarios y admitían un reducido número de aplicaciones.

Para que NAT funcione correctamente, los clientes de la red interna deben utilizar direcciones IP privadas. Los clientes deben tener el servidor NAT configurado como puerta de enlace predeterminada. El servidor NAT actuará como enrutador hacia los usuarios y reenviará paquetes de la red interna hacia las redes externas. Sin embargo, NAT no solo reenvía paquetes sino que, además, reemplaza la dirección IP de origen privada por una dirección IP pública. NAT también escucha los paquetes de respuesta y devuelve las respuestas al usuario que inició la sesión. Todas estas características combinadas permiten proporcionar fácil acceso a Internet o cualquier otra red desde la red privada, en este caso, la Red de Campus.

Las direcciones públicas que posee la Polired y que deben ser configuradas en el servidor NAT, en este caso, el ruteador CISCO 2600, pertenecen a las siguientes redes de clase C:

Dirección IP: 192.188.57.0

Dirección IP: 205.235.9.0

### 3.9 GENERALIDADES DE CABLEADO ESTRUCTURADO

El cableado estructurado es la estructura pasiva que permite la transmisión de señales electrónicas entre los equipos emisores y receptores que *conforman una*



red (activos). Incluye todos los dispositivos necesarios para conectar dichos emisores/receptores sin que las señales sufran intermitencias, degradación o alteración.

A continuación se detallan las principales normas de cableado estructurado, aplicables en la implementación del mismo dentro de la red de Campus de la Escuela Politécnica Nacional.

**ANSI / EIA / TIA 568 B** Comercial Building Telecommunications Cabling Standard

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

**ANSI/TIA/EIA-568B.2** Componentes de cableado UTP (100  $\Omega$ ).

**ANSI/TIA/EIA-568B.3** Componentes de cableado para Fibra Óptica.

**ANSI/TIA/EIA-569A** Ductos, pasos y espacios necesarios para la instalación de sistemas estandarizados de telecomunicaciones.

**ANSI / EIA / TIA 569** Comercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces

**ANSI / EIA / TIA 606** Estandar de Administración para la Infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales.

**TIA / EIA TSB – 67** Especificaciones de funcionamiento de Transmisión para Pruebas de Campo de Sistemas de Cableado de Par trenzado sin Blindaje.

**TIA/EIA-TSB-72** Guía para el cableado de fibra óptica.

Un cableado estructurado se encuentra constituido por las siguientes áreas:

*Área de Trabajo.* Está definido como el lugar donde se colocará el equipo de telecomunicaciones (teléfono, computador, cámara CTV, etc.), está diseñada para realizar fácilmente cambios y adiciones. Los elementos que corresponden a esta zona son los patch coros del área de trabajo cuya longitud es de hasta 20 m..

*Cableado Horizontal.* Cableado que va desde la salida de telecomunicaciones en el área de trabajo hasta el armario de telecomunicaciones, incluye cable, hardware de conexión e interconexiones.

*Cableado Vertical.* Es el cableado existente para la interconexión entre los armarios, cuartos de equipo e instalaciones de entrada, también incluye el cableado entre edificios o en campus. Establece dos niveles jerárquicos: un cuarto principal de distribución MDF y cuartos secundarios SDF.

*Armario de Telecomunicaciones.* Es un área exclusiva para la construcción y equipamiento de telecomunicaciones de un edificio, la principal función que tiene es la terminación del cableado, es en este lugar donde se realizan las interconexiones entre el cableado horizontal y el vertical.

*Acometidas.* Es el punto donde se realiza la adaptación de servicios

Si bien la presencia del cableado estructurado en una red de datos, es importante debido a las ventajas que éste presenta, es siempre necesario tomar en cuenta los costos beneficios de su implementación. A continuación se presentan algunas ventajas del cableado estructurado:

*Confiabledad.* La instalación de un correcto cableado estructurado garantizará la duración del mismo, un tiempo promedio de 15 años.

*Modularidad.* Permite tener un nivel de crecimiento óptimo en los lugares de la red que fuese necesario.

*Administración.* La administración de la red es mucho más fácil, la detección de errores se puede realizar en tiempos menores, ya que se contará con la documentación y planos detallados de todo el sistema.

*Estética.* Por la existencia de una gran variedad de materiales, se puede lograr la perfecta combinación para lograr la adaptabilidad a necesidades, desempeño, estética, precio.

Si bien es importante el recalcar las ventajas que presenta el implementar un cableado estructurado que cumpla con normas y estándares internacionales, es también digno de mencionar que para lograr una red con niveles de calidad de servicio óptimos, se debe tomar en cuenta aspectos tanto lógicos como físicos, dentro de los cuales están la confiabilidad del cableado, el cual es el medio físico que interconecta la red y si no se lo tiene correctamente instalado se está

poniendo en riesgo el buen funcionamiento y el desempeño de las aplicaciones utilizadas en el Campus universitario.

Es importante cumplir con las generalidades mencionadas dentro de cada una de las dependencias que forman el Campus Politécnico, para garantizar un funcionamiento y rendimiento de la red. Cabe resaltar que el diseño del Cableado Estructurado dentro de la red de Campus de la EPN está fuera del alcance del presente Proyecto de Titulación.

### **3.10 SEGURIDAD DE LA RED DE CAMPUS**

La función del procesamiento de datos es un servicio de toda la institución, que apoya no sólo a los sistemas de información administrativa sino también a las operaciones funcionales. La Seguridad un aspecto de mucha importancia en la correcta Administración Informática, lo es también de toda la Institución.

Las medidas de seguridad están basadas en la definición de controles físicos, funciones, procedimientos y programas que conlleven no sólo a la protección de la integridad de los datos, sino también a la seguridad física de los equipos y de los ambientes en que éstos se encuentren.

En relación con la seguridad misma de la información, estas medidas han de tenerse en cuenta para evitar la pérdida o modificación de los datos, información o software inclusive, por personas no autorizadas, para lo cual se deben tomar en cuenta una serie de medidas, entre las cuales figurarán el asignar números de identificación y contraseñas a los usuarios

Podemos definir **POLÍTICA DE SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN** como el conjunto de normas, reglas, procedimientos y prácticas que regulan la protección de la información contra la pérdida de confidencialidad, integridad o disponibilidad, tanto de forma accidental como intencionada.

---

La Política de seguridad nos indica:

- Qué hay que proteger
- Qué Principios hemos de tener en cuenta
- Cuáles son los Objetivos de Seguridad a conseguir
- La asignación de cometidos y responsabilidades

La Política de Seguridad se expresa mediante Principios y Objetivos. Un PRINCIPIO es una norma o idea fundamental que rige la Política de Seguridad, y que se acepta en esencia. Un OBJETIVO DE SEGURIDAD es la declaración expresa de la intención de conseguir algo que contribuye a la seguridad de la información, bien porque se opone a una de las amenazas identificadas o bien porque satisface una exigencia de la política de seguridad de la información. La parte más complicada de la seguridad en una red es la definición de las políticas de seguridad para hosts y servidores conectados a la red. Otro criterio que añade complejidad a la implementación de seguridad en la red es la ponderación de costos y beneficios que implica la implantación de una red suficientemente segura. Los aspectos principales a tomar en cuenta para la decisión de políticas de seguridad, se describen a continuación:

Negar el acceso a los datos a aquellas personas que no tengan derecho a ellos, al cual también se le puede llamar protección de la privacidad, si se trata de datos personales, y mantenimiento de la seguridad en el caso de datos institucionales. Garantizar el acceso a todos los datos importantes a las personas que ejercen adecuadamente su privilegio de acceso, las cuales tienen la responsabilidad de proteger los datos que se les ha confiado.

- Definir las restricciones de los usuarios que acceden al Internet.
- Definir si los usuarios que acceden al Internet pueden subir o bajar archivos.
- Definir a quien se le va a negar el acceso desde Internet hacia la Polired, de tal forma que se eviten ataques externos.

- Definir si uno de los soportes utilizados para la administración remota como Telnet, estará disponible para los usuarios que accedan desde el Internet.
- Determinación de los períodos de tiempo para los usuarios o las terminales.
- Designación del usuario por terminal o del terminal por usuario.
- Limitación del uso de programas para usuario o terminales.
- Límite de tentativas para la verificación del usuario.
- Tiempo de validez de las contraseñas.

### 3.10.1 PROTECCIÓN CONTRA ATAQUES EXTERNOS

El *firewall* se utiliza para proteger la red interna de Internet, que es pública y poco segura. Los *firewall* se pueden implementar utilizando hardware o software. Un *firewall* de software es un conjunto de programas en el *gateway*, que monitorea todo el tráfico que fluye hacia y desde una red. Toda la información debe atravesar el *firewall* y se debe verificar comparándola con un conjunto de normas específicas. Si la información no cumple con las normas especificadas, los datos se devuelven y no pueden continuar su camino hasta que cumplan con los estándares establecidos. Un ejemplo de *firewall* de software consiste en utilizar *ruteadores* configurados de forma específica para controlar el tráfico entrante y saliente. Otra alternativa es el uso de un *firewall* en hardware, ya que son dispositivos actualmente comercializados para realizar esta función específica. El cometido básico de un *firewall* consiste en llevar a cabo las siguientes funciones:

- No permitir acceso desde el exterior hasta el interior
- Permitir un acceso limitado desde el exterior hasta la DMZ
- Permitir todo el acceso desde el interior hasta el exterior
- Permitir un acceso limitado desde el interior hasta la DMZ

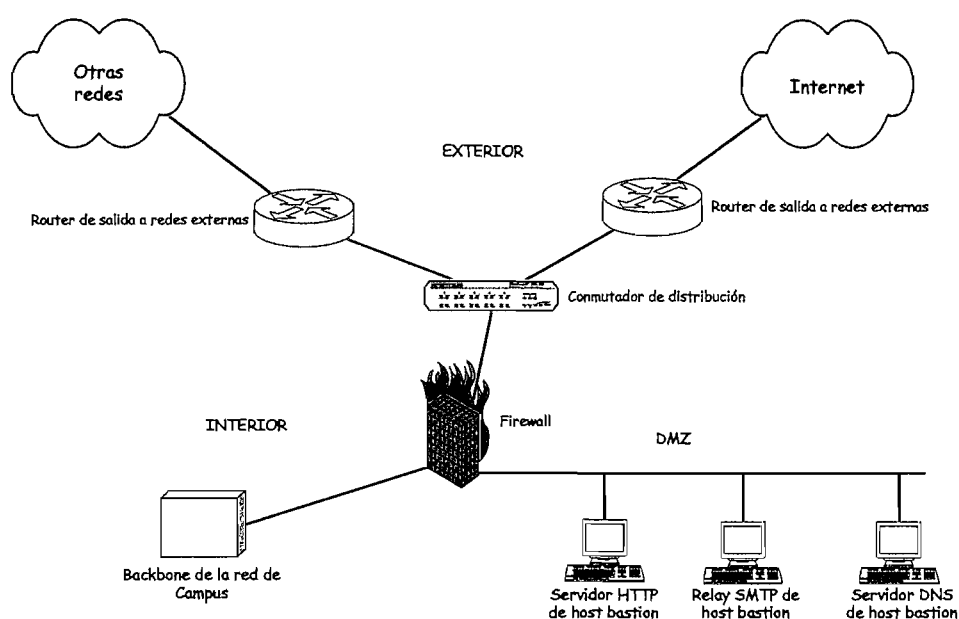
La zona desmilitarizada (DMZ), es una red aislada, a la que pueden acceder los usuarios del exterior. Es necesario configurar el *firewall* para permitir el acceso desde el exterior o el interior hasta la DMZ. La creación de una DMZ posibilita que la Escuela ponga la información y los servicios a disposición de los usuarios del

exterior dentro de un entorno seguro y controlado. Esto permite el acceso a los usuarios del exterior, sin permitir el acceso al interior.

Los *hosts* o servidores que residen en la DMZ suelen denominarse *hosts* bastión. En este caso, un *host* bastión es un *host* que está actualizado con respecto a su sistema operativo y las modificaciones experimentadas por este último. El hecho de que esté actualizado generalmente lo hará menos vulnerable a los ataques, ya que el fabricante habrá establecido o "parcheado" todos los defectos conocidos. El *host* bastión es un *host* que sólo ejecuta los servicios necesarios para realizar sus tareas de aplicación. Los servicios innecesarios (y a veces más vulnerables) son desactivados o eliminados.

### 3.10.2 SELECCIÓN DE UN FIREWALL

Para la implementación de un Firewall en la red de Campus, se propone la utilización de un firewall en hardware, ya que un firewall en software tiene desventajas como: consumir recursos de sistema en el equipo en el que se está ejecutando el software, puede tener conflictos con otro software que se ejecute, mientras que el firewall de hardware evita estos inconvenientes y es más robusto. Estará ubicado en el punto de conexión con redes externas. La Figura 3.27 presenta la conexión del firewall dentro de la red de Campus.



**Figura 3.27** Conexión del firewall dentro de la red de Campus.

Se propone la utilización del Firewall 3COM Superstack 3 para la protección de la red de Campus contra posibles ataques externos, cuyas ventajas son las siguientes:

- Su procesador de encriptación para aplicaciones VPN de alto ancho de banda ayuda a asegurar un rendimiento máximo.
- Certificado por la International Computer Security Association
- La inspección de paquetes por estado protege contra los ataques de hackers y de denegación de servicio
- El sistema operativo en tiempo real reforzado elimina los agujeros de seguridad del OS
- El puerto DMZ proporciona un acceso seguro a servidores públicos
- La interfaz gráfica de usuario basada en web y la ayuda en línea ayudan a simplificar la administración
- La conectividad privada virtual basada en IPSec permite un acceso remoto seguro
- El procesador de hardware especializado en encriptación VPN ayuda a incrementar el rendimiento
- Soporta exportación del registro de tráfico.

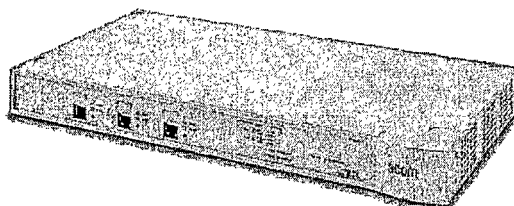
La Tabla 3.30 presenta las características del equipo propuesto.

<b>Interfaces</b>
Tres puertos RJ-45 10/100 BASE-T (WAN, LAN y DMZ), con velocidad autonegociable en modo duplex. Puertos seleccionables: Uplink/Normal
<b>Performance</b>
Ilimitado número de usuarios. Throughput de 190 Mbps. Capacidad para 30000 sesiones TCP/IP.
<b>Sistema</b>
16 MB de memoria RAM. 4 MB de memoria Flash ROM.

Soporte de protocolos:
TCP/IP
UDP
ICMP
DHCP
NAT
PPPoE
http
RADIUS
SecureID
ARP
MDS
IEEE 802.3

**Tabla 3.30** Características del Firewall 3COM Superstack 3

La Figura 3.28 presenta el Firewall 3COM Superstack 3.



**Figura 3.28** Firewall 3COM Superstack 3.

Las hojas de especificaciones del equipo propuesto se presentan en el anexo D del presente Proyecto.

### 3.10.3 PROTECCIÓN CONTRA ATAQUES INTERNOS

Las listas de control de acceso ACLs permiten la configuración de las seguridades en el *firewall*, Las ACLs trabajan con capas superiores del modelo OSI; esto permite tener un filtrado básico del tráfico, debido a que las ACLs se configuran en el *firewall* o en el *ruteador* según sea el caso, su función se sustenta en



direcciones IP (destino, origen), puertos y protocolos enrutados tales como IP e IPX. Es posible la configuración de seguridades en todas y cada una de las interfaces del *firewall*, y para cada una existe la probabilidad de administración de tráfico entrante o saliente.

En el presente diseño de red, las ACL's serán de mucha utilidad porque nos ayudarán a:

- Limitar el tráfico y con ello reducir la congestión
- Reducirá el contenido de las actualizaciones de enrutamiento
- Se obtendrá un nivel de seguridad básico
- Será posible hacer una selección de tráfico en la red (correo electrónico, telnet)
- Filtrar el acceso a equipos como servidores o de una red a otra.

#### **3.10.4 CONTROL DE ACCESO Y CONTRASEÑAS**

Una de las opciones que se puede utilizar para controlar el acceso a los recursos es a través de un mecanismo de contraseñas. Cuando el usuario necesita acceder a un recurso protegido, se le solicita que ingrese una contraseña. Sin embargo, si un usuario en una localidad transmite una contraseña a través de la red a hacia un servidor de autenticación en otra localidad, cualquiera que intervenga la red podrá obtenerla. Para poder controlar en cierto modo este tipo de situaciones es importante el tomar medidas adicionales para evitar la reutilización de las contraseñas, como pueden ser métodos de encriptación y cifrado.

Protegerse contra herramientas que emplean algoritmos de desencriptación para averiguar contraseñas resulta a veces muy difícil. Que un cracker descubra una contraseña, es cuestión de tiempo. Afortunadamente, se puede hacer que un intruso informático necesite toda una vida para descubrir una contraseña.

Lo primero que se debe hacer para proteger un servidor contra algoritmos de descryptación para romper programas, es reforzar las limitaciones de contraseña. Es recomendable el aplicar las siguientes técnicas para reforzar el control de acceso y contraseñas:

- Las contraseñas deben caducar en 30 días.
- Requerir contraseñas que incluyan al menos ocho caracteres.
- Recordar las 12 últimas contraseñas.
- Bloquear las contraseñas después de tres intentos incorrectos.
- Establecer la duración del bloqueo para siempre.

### **3.10.5 LA CAPACITACIÓN FAVORECE LA SEGURIDAD**

Para que la red de Campus de la EPN sea segura, todos los usuarios deben desempeñar un papel activo en el mantenimiento de un entorno seguro. Así, es muy importante que la capacitación del personal administrativo, académico, trabajadores, incluso estudiantes, sea uno de los aspectos primordiales durante la fase inicial de desarrollo e implantación de la nueva red de Campus, transmitiéndoles un nuevo sentido de responsabilidad en lo referente a los aspectos éticos y legales que involucran la transferencia de datos e información confidencial.

Con una adecuada capacitación, los usuarios de la red de Campus deben darse cuenta que la seguridad de la red depende de la confianza y el respeto por el depósito de los conocimientos e información universitaria.

### **3.10.6 SEGURIDAD FÍSICA**

No se puede recalcar lo suficiente la importancia de una buena seguridad física. Por mucho que se proteja la red sea mediante firewall, software, ACL, se puede tener acceso no autorizado a cualquier sistema en cuestión de minutos si el intruso consigue acceso físico al sistema.

La libertad de acceso al área de sistemas puede crear un significativo problema de seguridad. El acceso normal debe ser dado solamente a la gente que regularmente trabaja en esta área. Cualquier otra persona, de otro modo puede tener acceso únicamente bajo control.

Mantener la seguridad física del área de sistema es la primera línea de defensa. Para ello se deberá tomar en consideración el valor de los datos, el costo de protección, el impacto que su pérdida podría tener en la red de Campus y la motivación, competencia y oportunidades de la gente que podría querer dañar los datos o el sistema.

#### **3.10.6.1 Seguridad física para los conmutadores y ruteadores**

Los *conmutadores* y ruteadores son responsables de dirigir los datos a su destino final. Con acceso físico a un concentrador, un intruso informático puede, simplemente, conectar un analizador de protocolos y capturar una copia de todos los paquetes que pasan a través de él. Una vez que el intruso almacena estos paquetes, puede descodificarlos más tarde, en casa, con todo el tiempo del mundo y sin temor a ser sorprendido.

Aunque esto puede sonar inverosímil, no lo es realmente. Los analizadores de protocolo de hoy en día pueden funcionar sólo con una pila, ser tan pequeños como una calculadora científica y capturar una gran cantidad de información.

Una solución adecuada para este problema es tener todos los *conmutadores*, ruteadores y otros dispositivos de conexión bajo llave. Otra precaución que se puede tomar es el adquirir *conmutadores* y ruteadores montados en armarios modulares.

Muchos de éstos están montados en el interior de armarios con llave, así se tienen dos barreras de protección contra el robo de datos.

### 3.10.6.2 Seguridad física para el cableado

Tal vez el aspecto que más se pasa por alto en la seguridad física de la red de la EPN es el propio cableado en sí. Si los intrusos informáticos tienen acceso a los cables de red expuestos, pueden robar información de varias formas. Puede cuestionarse la validez de esta afirmación, pero es cierta.

Es muy importante evitar que los cables de red estén expuestos, mediante el uso de canaletas y ductos para pasar el cableado en cada una de las dependencias de la Escuela. Siempre que sea posible, los cables deben pasar a través de las paredes, del techo o de espacios estrechos en lugar que estén expuestos. De esta forma es más difícil para un intruso encontrar un cable activo para hacer una derivación.

Se debería desconectar cualquier conector que no se utilice de *conmutadores* de acceso. Al hacerlo se evita que se les envíe la información, y hace que no sean útiles para un intruso.

## 3.11 ESTIMACIÓN ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE CAMPUS

Esta sección hace una estimación económica de todos los elementos necesarios para la implementación de la red de Campus de la EPN, así como sus características y precios unitarios.

Se hace un análisis estimativo de costos de inversión para la implementación de la red a diseñarse en los que se tendrá:

- Costos de Ingeniería.
- Costos de los elementos para la puesta en marcha del sistema.
- Costos de infraestructura.
- Costos de la mano de obra.

### 3.11.1 COSTOS DE LOS ELEMENTOS DE LA RED

Para la determinación de los elementos de red se considera que tanto profesores, estudiantes y personal administrativo pueden acceder a la red de Campus, tanto a la parte Académica como la Administrativa, dependiendo de los permisos que cada uno dispone, con la libertad y facilidad para poder desarrollar sus actividades.

Dicha estimación de costos se realiza tomando en cuenta todos los elementos necesarios para la red. Se hace referencia al fabricante seleccionado 3COM, por las razones indicadas en la sección 3.5.4 de este capítulo. La Tabla 3.31 muestra los precios de los principales productos 3COM para la implementación de la red de Campus.

Item	P/C	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>Switches de Backbone, capa 3</b>					
1	3C16820	Chassis 3COM 4005, 14 slots	2	\$ 3.995,00	\$ 7.990,00
2	3C16842	Módulo de 2 puertos de fibra óptica 1000 Base FX	3	\$ 1.995,00	\$ 5.985,00
3	3C16828	Módulo de 8 puertos 100 base Fx	6	\$ 995,00	\$ 5.970,00
<b>Switches de distribución, capa 3</b>					
4	3C17700	Switch 3COM SuperStack 3 4900 12 puertos 100/1000, 1 slot de expansión	16	\$ 3.995,00	\$ 63.920,00
5	3C17701	Switch 3COM SuperStack 3 4924, 24 puertos 10/100/1000, 1 slot de expansión	5	\$ 5.990,00	\$ 29.950,00
<b>Switches de acceso, capa 2</b>					
6	3C16471	Switch 3COM Baseline de 24 puertos ethernet 10/100 y dos puertos ethernet 10/100/1000 BaseT	80	\$ 710,00	\$ 56.800,00

7	3C16470	Switch 3COM Baseline de 16 puertos ethernet 10/100 y dos puertos ethernet 10/100/1000 BaseT	32	\$ 630,00	\$ 20.160,00
8	3CRWE870075A	Wireless LAN Access Point 8700	3	\$ 867,00	\$ 2.601,00
9	CWA1100 - S	Cisco Aironet 1100 Series	4	\$ 1.275,00	\$ 5.100,00
<b>Subtotal:</b>					\$ 199.106,00
<b>IVA</b>					\$ 23.892,72
<b>Total</b>					\$ 222.998,72



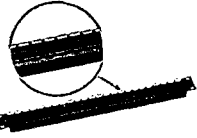
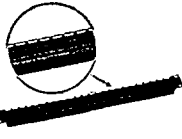
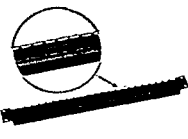


**Tabla 3.31** *Precio total de los principales equipos propuestos*

Para el acceso inalámbrico a la red de Campus, los usuarios deben adquirir una tarjeta PC Card PCMCIA como la planteada en la sección 3.5.3.4.2. La adquisición de dichas tarjetas deberá correr por cuenta del usuario o se deberá establecer un mecanismo de arrendamiento de las mismas.

### 3.11.2 COSTOS DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Los elementos del sistema de distribución están conformados por todos los materiales necesarios para la parte cableada de la red de Campus es decir, todos aquellos elementos que conforman el backbone, distribución y acceso de la red.

La Tabla 3.32 muestra un resumen del costo de los elementos del sistema de distribución de la red de Campus de la EPN.

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	PRECIO UNITARIO usd	PRECIO TOTAL usd
Bobina, 305 m cable UTP8H categoría 5e Siemon		7	\$ 50,00	\$ 350,00
Fibra Optica Multimodo, 62,5/125		590 [m]	\$ 5,70	\$ 3.363,00
Patch panel de 24 puertos ST fibra óptica		2	\$ 400,00	\$ 800,00
Patch panel de 16 puertos para categoría 5E sólido SL		6	\$ 45,00	\$ 270,00
Patch panel de 24 puertos para categoría 5E sólido SL		100	\$ 60,00	\$ 6.000,00
Patch cords fibra óptica 1,5 m de longitud con terminales ST		36	\$ 12,60	\$ 453,60
Patch cords categoría 5E 1,5 m de longitud con terminales RJ-45		115	\$ 2,50	\$ 287,50
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 11.524,10</b>
			<b>IVA</b>	<b>\$ 1.382,89</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 12.906,99</b>

**Tabla 3.32** Precios de elementos del sistema de distribución

### 3.11.3 ESTIMACIÓN TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

La estimación económica para la implementación del sistema se determina sumando los costos de los principales productos 3COM y los costos del sistema de distribución, los mismos que incluyen los elementos necesarios para llegar hasta los conmutadores de acceso..

La Tabla 3.33 muestra la estimación económica para la implementación del equipamiento de la red de campus.

Los costos de mano de obra, deberán ser analizados buscando alternativas para su minimización como puede ser, la ayuda de la población estudiantil.

	<b>Descripción</b>	<b>Precio</b>
1	Costos de equipamiento 3Com	\$ 222.998,72
2	Costos del sistema de distribución	\$ 12.906,99
	<b>Costo Total</b>	<b>\$ 235.905,71</b>

**Tabla 3.33** *Estimación económica para la implantación de la red de campus.*

Finalmente, la Figura 3.29 presenta el diagrama de Gantt para la implementación del diseño planteado en el presente Proyecto, tomando en cuenta que la red dará servicio a 940 usuarios en un tiempo de 3 años, y que, para la implementación total y definitiva de la red, esta soportará 2071 usuarios con todas las aplicaciones y servicios que estos requieren, así como también garantizando los niveles de Calidad de Servicio adecuados para el correcto funcionamiento de las mismas.



Id.	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración																
					T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
1	Supervisión de la Implementación	12/01/2004	11/30/2012	417.6s	[Barra negra]															
2	Obra civil	01/03/2005	04/01/2005	13s	[Barra negra]															
3	Implementación de nuevos enlaces	04/04/2005	06/02/2005	8.8s	[Diagrama de Gantt: barra negra con flecha]															
4	Montaje y configuración de equipos de backbone	06/03/2005	07/07/2005	5s	[Diagrama de Gantt: barra negra con flecha]															
5	Pruebas de equipos de backbone y verificación de funcionamiento de Diffserv.	07/08/2005	07/21/2005	2s	[Diagrama de Gantt: barra negra con flecha]															
6	Puesta en marcha del sistema	07/21/2005	11/30/2012	384.4s	[Barra negra]															
7	Montaje y configuración de equipos de distribución	07/22/2005	09/22/2005	9s	[Diagrama de Gantt: barra negra con flecha]															
8	Pruebas de equipos de distribución, enlaces hacia el backbone y verificación de Diffserv en los equipos	09/23/2005	11/17/2005	8s	[Diagrama de Gantt: barra negra con flecha]															
9	Montaje y configuración de equipos de acceso para los 940 hosts proyectados a tres años.	11/18/2005	12/20/2007	109s	[Diagrama de Gantt: barra negra con flecha]															
10	Pruebas de equipos de acceso, verificación del protocolo 802.1p en los equipos y pruebas de funcionamiento de la red de Campus con los protocolos de QoS de cada capa de la red.	02/01/2006	01/12/2007	49.6s	[Barra negra]															
11	Montaje y configuración de los equipos de acceso para los 2071 hosts proyectados a ocho años	12/20/2007	11/30/2012	258.4s	[Barra negra]															
12	Pruebas de los nuevos equipos de acceso, verificación del protocolo 802.1p en los equipos y pruebas de funcionamiento de la red de Campus con los protocolos de QoS de cada capa de la red.	04/21/2008	07/11/2008	12s	[Barra negra]															
13																				

Figura 3.28. Diagrama de Gantt para la implementación del diseño.

# CAPÍTULO 4

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- Luego de investigar y analizar ventajas y desventajas de los diferentes protocolos y arquitecturas y estándares que proveen Calidad de Servicio dentro de una red, tales como la Arquitectura de Servicios Diferenciados, DiffServ, Arquitectura de Servicios Integrados, IntServ, Arquitectura MPLS, IEEE 802.1 se ha optado por la Arquitectura Diffserv en el backbone y en la capa distribución de la red de Campus, planteada, así como también la implementación del protocolo 802.1 p en los equipos de acceso, de tal forma que se ofrezca Calidad de Servicio extremo a extremo en la red de Campus de la EPN.
- Con la implementación del diseño planteado en este Proyecto, se da cobertura y acceso a la red a localidades donde el número de usuarios es importante, y donde se requiere además de herramientas para el desarrollo científico y tecnológico, permitiendo a profesores, estudiantes y personal administrativo acceder a los diferentes servicios y aplicaciones que brinda la red de Campus, dando a los usuarios la posibilidad de compartir recursos, intercambiar archivos, realizar videoconferencias y utilizar una conexión única hacia redes externas.
- La red de Campus propuesta en el diseño del presente Proyecto está planificada para un crecimiento de manera estructurada, esto se logra mediante el crecimiento de los equipos de la red de manera modular y planificada, de tal forma que se cubran los requerimientos de los usuarios y de la red en general tanto en tres como a ocho años.

- 
- Dado que *Ethernet* es la tecnología de acceso LAN más difundida en la red de Campus, la importancia de proveerla de un mecanismo de Calidad de Servicio está a la vista. Gracias a la Arquitectura de Calidad de Servicio Diffserv y al protocolo 802.1p planteados para la implementación de la red de Campus del presente Proyecto, se tiene una red confiable y diseñada bajo estándares internacionales, que, en condiciones de alto tráfico dará prioridad a aplicaciones que requieran de un trato prioritario para su buen funcionamiento.
  - Los beneficios que se pretenden obtener con la implementación del diseño planteado, dependerán directamente de cómo las autoridades de la Politécnica Nacional lo puedan aprovechar, manteniendo una visión constante de investigación y actualización de los conocimientos científicos y tecnológicos que se verán reflejados en una mejora en el momento de impartir la enseñanza, potenciando la capacidad y desarrollo de aptitudes de los estudiantes y mejorando cada vez más el prestigio de la Escuela.
  - Para realizar un diseño de la Red de Campus que logre suplir los requerimientos de los usuarios de la misma, tanto para la parte Académica como para la Administrativa, fue necesario realizar un levantamiento de la infraestructura que posee la Escuela Politécnica Nacional, de tal manera que se pueda identificar los principales componentes, tanto activos como pasivos que se encuentran ubicados en las dependencias de la EPN y que forman parte de la Polired, con la finalidad de determinar qué porcentaje de los mismos pueden ser reutilizados, siendo el 55% de los hosts existentes capaces de manejar las nuevas aplicaciones y tendencias de las redes universitarias actuales.
  - Optimizar los recursos de red existentes es importante dentro del desarrollo del presente Proyecto ya que con esto se trata de minimizar el impacto económico que acarrea la implementación de una red de Campus con Calidad de Servicio. Uno de los principales elementos pasivos a ser reutilizados son los tendidos de fibra óptica existentes entre las principales dependencias de la EPN. Para los lugares donde no llegan dichos tendidos se ha considerado

dentro del diseño la implementación de acceso inalámbrico, a nivel de capa de distribución.

- Es necesario separar la parte Académica de la parte Administrativa; ya que si bien las dos son complementarias, existen recursos dentro de las mismas que no pueden ser compartidos, principalmente dentro de la red Administrativa; para dicho propósito dos opciones son importantes: dos redes físicamente diferentes o una red física con VLANs (Redes Virtuales). De lo antes mencionado, el presente Proyecto se ha centrado en la segunda opción ya que presenta menor complicación en su implementación, y facilita la administración, monitoreo y gestión de la red de Campus, reduciendo el número de dispositivos a administrar, además que económicamente es la solución más apropiada para la EPN.
  
- Para el diseño realizado en el presente Proyecto, se debe hacer uso de equipos con tecnología de conmutación de capa 2, capa 3 y multicapa, dependiendo de la zona en la que se vaya a desempeñar el equipo, la conmutación multicapa se la utilizará ya que consiste en conectar varios bloques, cada uno de los cuales representa uno de los edificios dentro del Campus, a través de un *backbone* de Campus, además presenta las mejores características para los objetivos de desempeño planteados en el presente proyecto y ventajas como las siguientes:
  - Los desperfectos y problemas en la red son fáciles de descubrir, ubicar y arreglar conforme ésta se va expandiendo.
  - La migración hacia nuevas tecnologías resulta fácil, ya que la red puede preservar, por ejemplo, el direccionamiento existente.
  - La supresión de tráfico *broadcast*, el filtraje de protocolos y el enrutamiento permiten alcanzar una red robusta y con alta disponibilidad.
  - Se puede obtener una red con alto grado de modularidad, escalabilidad, tolerancia a fallas, capacidad de crecimiento y fácil manejo, sin la necesidad de cambiar el diseño.

- Dentro de las ventajas del diseño de Campus multicapa está su escalabilidad, gracias a lo cual nuevos edificios pueden ser añadidos a la red de Campus, sin la necesidad de cambiar el diseño, así como también se facilita la migración hacia anchos de banda superiores mediante una inversión mínima, logrando así una red confiable y extendiendo el tiempo de vida útil de los equipos de red.
  
- En el presente Proyecto, en la parte concerniente al direccionamiento IP, se ha considerado una dirección privada de Clase B, 172.16.0.0 que con la ayuda de VLSM, permite optimizar las direcciones de red, y por consiguiente asignar una subred dentro de cada VLAN planteada, la VLAN para estudiantes, la VLAN para profesores, la VLAN para el personal Administrativo y la VLAN para el departamento Financiero de la Escuela.
  
- Para la salida a Internet, la Escuela Politécnica Nacional cuenta con direcciones públicas de clase C y gracias a la ayuda de tecnologías como NAT y PAT, que se plantean en el diseño del presente Proyecto, las direcciones privadas de clase B, que se asignó en cada dependencia, podrán salir al Internet sin inconvenientes.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- Para que la red de Campus de la EPN sea segura, todos los usuarios deben desempeñar un papel activo en el mantenimiento de un entorno seguro. Así, es muy importante que se realice un estudio para que la capacitación del personal administrativo, académico, trabajadores, incluso de los estudiantes sea uno de los aspectos primordiales durante la fase inicial de desarrollo e implantación de la nueva red de Campus de la EPN, transmitiéndoles un nuevo sentido de responsabilidad en lo referente a los aspectos éticos y legales que involucran la transferencia de datos e información confidencial.

- 
- Se recomienda se realice un estudio profundo en lo que respecta a la situación actual del cableado, en cada una de las dependencias de la Escuela y la forma de implementar una red física que cumpla con los estándares de cableado estructurado mencionados en este Proyecto, debido a que, son muy pocos los edificios que tienen implementado correcto cableado. Esto siempre será importante ya que la aplicación de normas y estándares permitirá la perduración y correcto funcionamiento de la red de Campus tanto en su parte física como en la parte lógica.
  
  - Es importante el buscar mecanismos adecuados para proveer acceso inalámbrico en las bibliotecas a los usuarios de la red de Campus; una alternativa puede ser el alquiler de tarjetas de red inalámbricas, siendo una fuente de ingresos a la Escuela y facilitando así el acceso a usuarios móviles de la red de Campus.
  
  - Para el caso de llevarse a cabo la puesta en marcha de este Proyecto, se recomienda solicitar y mantener actualizada la documentación de los dispositivos utilizados, así como también mantener al día la información de pruebas de funcionamiento, plan de identificación y las garantías con las que cuentan los equipos adquiridos. Además, es importante el solicitar la fiscalización del proyecto, lo cual garantizará el cumplimiento de todos los términos de los contratos firmados.

## 5 BIBLIOGRAFÍA

- GARCIA, Jesús; RAYA, José Luis; RAYA, Víctor Rodrigo, "Alta Velocidad y Calidad de Servicio en Redes IP", Edición RA-MA, 2002, Madrid – España, Parte IV, Capítulo 16-20.
- TANENBAUM, Andrew, "Redes de Computadoras", Prentice Hall Hispanoamericana, S.A, Tercera Edición, 1997, México, Capítulo 1, Sección 14.2, Capítulo 7, Sección 7.7.
- MONTAÑANA, Rogelio, Documento: "Calidad de Servicio QoS", Universidad de Valencia, Noviembre 2002, Valencia-España.
- Documento: IEEE 802.1 p, Q-QoS on the MAC Level, Niclas Ek. Department of Electrical Engineering Helsinki, University of Technology.
- BARENCO Claudia J., Documento: "Un Servicio QoS para aplicaciones IP de video bajo demanda sobre la tecnología DTM", Universidad Politécnica de Madrid.", Madrid-España.
- TOMÁS, P. de Miguel, "Documento: Redes Privadas Virtuales y MPLS", Universidad Politécnica de Madrid, Marzo 2003, Madrid-España.
- GARCÍA, Adolfo, Documento: "MPLS, Pieza Clave para el desarrollo de Servicios de Banda Ancha", Unitronics Comunicaciones, Octubre 2002, España.
- MORENO, Manuel, Documento: "Señalización para QoS en redes IP", Universidad Politécnica de Madrid, Madrid-España.
- LOPEZ, Alberto, Documento: "Calidad de Servicio en IPv6", Madrid Global IPv6 Summit, Enero 2001, Madrid-España.

- ESCRIBANO, Jorge, GARCÍA, Carlos, Documento: "DiffServ como solución a la provisión de QoS en Internet", Universidad Carlos III de Madrid, Madrid-España.
- FINEBERG, Victoria, Documento: "A practical Architecture for implementing End-to-End QoS in an IP Network", IEEE Communications Magazine, Enero 2002.
- XIAO, Xipeng, NI, Lionel, Documento:"Internet QoS: The Big Picture", Department of Computer Science, Michigan State University, IEEE Communications Magazine, Marzo - Abril 1999.
- BRAGG, Arnold, Documento: "Quality of Service: Old Idea, New Options", IEEE Communications Magazine, September-October 1999.
- FERNANDEZ, David, Documento: "Introducción al Protocolo Ipv6", ETSIT-UPM, 1º Jordana Internet de Nueva Generación, Octubre 2001.
- CISCO Systems, Quality of Service Networking,  
<http://www.cisco.com/warp/public/732/Tech/Quality.shtml>.
- A. Stephenson, "DiffServ and MPLS: A Quality Choice", Tech Tutorial, Noviembre 1998, <http://www.data.com/issue/981121/quality.html>.
- R. Redford, "Enabling Business IP Services with Multiprotocol Label Switching", Cisco System, Inc., White Paper, 1999,  
[http://www.cisco.com/warp/public/cc/cisco/mkt/wan/ipatm/tech/mpls\\_wp.htm](http://www.cisco.com/warp/public/cc/cisco/mkt/wan/ipatm/tech/mpls_wp.htm)
- "Delivering New World Virtual Private Networks with MPLS", Cisco Systems, Inc., White Paper,  
[http://www.cisco.com/warp/public/cc/cisco/mkt/servprod/dial/tech/mpls\\_wi.htm](http://www.cisco.com/warp/public/cc/cisco/mkt/servprod/dial/tech/mpls_wi.htm).



- 3Com, Data Sheet,  
[http://www.3com.com/other/pdfs/products/en\\_US/400721.pdf](http://www.3com.com/other/pdfs/products/en_US/400721.pdf)
- Cisco System Data Sheet,  
[http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps5528/products\\_data\\_sheet09186a00801f3d7d.html](http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps5528/products_data_sheet09186a00801f3d7d.html)
- Enterasys, Data Sheet  
<http://www.enterasys.com/corporate/contact/contact-sales.html>
- Alcatel, Alcatel 6932, 62.5/125 Multimode Fiber  
<http://alcatel.com/opticalfiber.html>
- Fast Ethernet stand-alone media converters  
<http://transition.com>

## Puntos de red en las principales dependencias del Campus Universitario

ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGIA				
	VOZ	DATOS	VÍDEO	NO DETERM.
SECRETARIA	1	2	0	2
SALA DE REUNIONES	0	2	1	2
CENTRO DE INFORMACION	1	2	0	2
OFICINAS (12)	12	12	0	12
LABORATORIOS (8)	3	5	0	0
DIRECCION	1	1	1	1

CASA MATA				
	VOZ	DATOS	VÍDEO	NO DETERM.
OFICINAS	3	3	0	3
LABORATORIO	1	3	0	3
OFICINA. LABORATORIO	1	2	0	2

EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL				
	VOZ	DATOS	VÍDEO	NO DETERM.
HIGEODES	3	9	0	2
DEGETED	2	10	1	3
AULAS (9)	0	9	0	9
LABORATORIO DE COMPUTACION	0	22	1	6
DPTO. CIENCIAS Y TECNOLOGIAS DE LA CONSTRUC	1	4	0	4
SALA DE COMPUTO	1	5	1	5
OFICINA 3	3	3	0	3
AULAS 3	0	3	0	3
MECANICA EN SUELOS Y ENSAYOS	1	3	0	3
OFICINAS PROFESORES FISICA	12	18	0	12
LAB FISICA, OFICINAS (2)	2	2	0	1
LAB FISICA, (2)	2	6	0	4
OFICINA	1	3	0	3
MALDI	1	2	0	1
AULAS (8)	0	8	0	8
CAFETERIA	1	2	0	2
SALA DE SERVIDORES	1	5	0	5
RECEPCION(3)	3	3	0	3
TESORERIA	2	2	0	1
OFICINAS (7)	7	7	1	7
SALA DE REUNIONES	1	1	1	1
LABORATORIO 1	0	20	1	2
LABORATORIO 2	0	20	1	2
LABORATORIO 3	0	10	1	5
AULAS (3)	0	3	0	3
OFICINA 210	1	1	0	1
GESTION DE RIESGOS	2	4	0	2
SECRETARIA	3	3	0	1
SECRETARIA DE LA COORDINACION	1	1	0	0
POSTGRADO EN ING Y CIENCIAS	1	2	0	0
OFICINA ING. VALVERDE	1	1	0	1
OFICINA (3)	3	3	0	3

SALA DE GRADOS	1	1	0	1
SALA PROFESORES	1	1	0	1
OFICINA PROFESORES (9)	9	9	0	9
SALA REUNIONES	1	1	1	1
OFICINAS (7)	7	15	0	7
DEPTO. TECNICO	1	1	0	1
REGISTRADORES	1	1	1	1
RECEPCION, SECRETARIA	1	1	0	1
OFICINAS (4)	4	4	0	4
BODEGA	1	0	0	0
AULAS (9)	0	9	0	9
OFICINA DEL DECANO	1	2	1	1
SALA DE LECTURA	1	5	0	2
ASOCIACION DE ESTUDIANTES	1	1	1	1
CENTRO DE COMPUTO	1	10	1	8

<b>EDIFICIO DE ABASTECIMIENTOS</b>				
	<b>VOZ</b>	<b>DATOS</b>	<b>VÍDEO</b>	<b>NO DETERM.</b>
OFICINAS (6to.)	2	2	0	2
SECRETARIA (6to.)	1	1	0	1
SALA REUNIONES (6to.)	1	1	1	1
SALA DE ASAMBLEAS (6to.)	1	1	0	0
BODEGA (6to.)	0	0	0	0
AULAS (5) (5to.)	0	5	0	5
OFICINA DEL PRESIDENTE	1	1	1	1
SALA DE SESIONES	1	1	1	0
SECRETARIA	1	1	0	1
CAFETERIA	1	0	0	0
SALA DE JUEGOS	0	0	0	0
OFICINA COOPERATIVA	1	2	0	2
SECRETARIA COOPERATIVA	1	2	0	2
OFICINA DE INVENTARIO (2do.)	9	9	0	9
OFICINA DE ABASTECIMIENTOS (2do.)	1	3	0	3
SALA DE SESIONES (2do.)	1	1	1	1
BODEGA (2do.)	0	0	0	0
COOPERATIVA (1er.)	2	7	0	7
COPIADORA (sub.)	1	1	0	1
AULAS	0	4	0	4
SALA DE COMPUTO	1	25	1	10

<b>EDIFICIO DEL EPCAE</b>				
	<b>VOZ</b>	<b>DATOS</b>	<b>VÍDEO</b>	<b>NO DETERM.</b>
DIRECCION	1	1	1	1
4 AREAS DE TRABAJO	4	4	0	2
SALA DE SESIONES	1	1	0	1
LABORATORIO DE COMPUTACION	0	25	1	5
OFICINA	2	1	0	2
DIRECCION CONTROL GESTION	1	5	1	1
AULA	0	1	0	1
SECRETARIA	1	3	0	0
OFICINA 1	2	2	0	1
OFICINA 2	2	2	0	1
OFICINA 3	2	2	0	1
AULAS, 4	0	4	0	4

**EDIFICIOS DE GEOLOGÍA, MINAS Y PETRÓLEOS**

	VOZ	DATOS	VÍDEO	NO DETERM.
SECRETARIA	1	4	0	4
AULAS (10)	0	10	0	10
OFICINAS (16)	12	15	1	18
LABORATORIOS (4)	1	4	0	4
CENTRO DE COMPUTO	1	10	1	10
ASOCIACIÓN ESTUDIANTES	1	2	1	2
BIBLIOTECA	0	3	0	3
MUSEO	1	2	0	2
COPIADORA	1	0	0	0

**EDIFICIO PROPEDÉUTICO**

	VOZ	DATOS	VÍDEO	NO DETERM.
LABORATORIO 2 (4to.)	1	10	1	8
OFICINAS (4to.)	4	4	0	4
AULAS (8) (4to.)	0	8	0	8
AULAS (11) (6to.)	0	11	0	11
AULAS (9) (5to.)	0	9	0	9
ASOC., COPIADORA (5to.)	1	2	1	2
OFICINA (5to.)	3	3	0	3
309, OFICINAS (6), AREAS (6)	6	6	0	6
308, OFICINAS (4), AREAS (8)	4	8	0	4
307, OFICINAS (4), AREAS (8)	4	8	0	4
306, OFICINAS (4), AREAS (7)	4	7	0	4
304, OFICINAS (6), AREAS (8)	6	8	0	6
SALA DE SESIONES	1	1	1	1
SECRETARIA PREPO CERO	1	3	0	3
SECRETARIA DIRECCION	1	1	0	1
OFICINA DIRECTOR	1	1	1	1
OFICINA	1	1	0	1
SECRETARIA MAESTRIA	2	1	0	1
DIRECCION DE REGISTRO Y A.	1	4	0	4
SALA COMPUTADORES PROFESORES	0	4	0	4
INFORMACION	2	1	0	1
OFICINA ADMINISTRADOR (3er.)	1	1	0	1
AREA IMPRESIONES (3er.)	0	1	0	1
AREA TRABAJO (3er.)	1	1	0	1
AREA TALLER (3er.)	1	1	0	1
LABORATORIO 1 (3er.)	0	16	1	6
SALA DE LECTURA (2do.)	0	4	0	2
AULAS (4) (2do.)	0	4	0	4
LAB. MECANICA (2do.)	0	3	0	3

**ALA NORTE**

	VOZ	DATOS	VÍDEO	NO DETERM.
SALA DE AUDIOVISUALES	0	1	1	1
OFICINA (6)	5	6	0	6
LABORATORIOS (10)	4	6	0	6
AULA	0	1	0	1
RECEPCION	1	2	0	2
SALA DE LECTURA	0	3	0	3
PROCESOS DE LA PRODUCCIÓN	0	5	0	0
AULAS	0	4	0	0
LAB. MECÁNICA	0	2	0	0

PROYECTO BID 04	0	5	0	0
-----------------	---	---	---	---

<b>EDIFICIO DE MECÁNICA</b>				
	<b>VOZ</b>	<b>DATOS</b>	<b>VÍDEO</b>	<b>NO DETERM.</b>
LABORATORIO TERMODINAMICA	0	2	0	2
OFICINAS TERMODINAMICA	2	2	0	2
LABORATORIO MECATRONICA	0	4	0	4
OFICINA MECATRONICA	1	1	0	1
LABORATORIO DE FLUIDOS	0	1	0	1
OFICINA FLUIDOS	1	1	0	1
RESISTENCIA DE MATERIALES	0	1	0	1
OFICINA RESISTENCIA MAT.	1	1	0	1
LABORATORIO DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS	0	2	0	2
OFICINAS MAQUINAS HERRAMIENTAS	1	2	0	2
ASOCIACIÓN	1	2	1	2
LABORATORIO DE FUNDICION	0	1	0	1
LABORATORIO DE METALOGRAFIA	0	2	0	1
LABORATORIO DE SOLDADURA	0	1	0	1
LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TERMICOS	0	1	0	1
LABORATORIO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	0	2	0	1
SALA CONFERENCIAS	1	1	1	1
OFICINA FUNDICION	1	1	0	1
OFICINAS SOLDADURA	2	2	0	2
OFICINAS METALOGRAFIA	2	2	0	2
CUARTO OSCURO, METALOGRAFIA	0	1	0	1
OFICINAS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	2	2	0	2
OFICINA CONVERSION (2do.)	1	2	0	2
SECRETARIA (2do.)	4	9	0	9
SALA REUNIONES (GRADOS) (2do.)	1	1	1	1
AULAS (5) (1er.)	0	5	0	5
SALA DE CONFERENCIAS (1er.)	0	4	1	2
SALA DE COMPUTO	1	16	1	10
OFICINA	1	1	0	1
BIBLIOTECA	1	2	0	2
OFICINA, 3 AREAS	3	3	0	3
SECRETARIA	1	1	0	1
DPTO MATERIALES	1	3	0	3
OFICINA 308	1	1	0	1
OFICINA 309	1	1	0	1

<b>EDIFICACIONES DE LA ESFOT</b>				
	<b>VOZ</b>	<b>DATOS</b>	<b>VÍDEO</b>	<b>NO DETERM.</b>
AULAS	0	34	0	34
SALA PROFESORES	1	2	0	2
OFICINAS 1, 6 AREAS	6	6	0	6
OFICINAS 2, 7 AREAS	7	7	0	7
OFICINAS (3), AREAS (20)	20	20	0	10
ASO. ELECTROMECHANICA	1	1	1	1
ASO E/T	1	3	1	3
ASO AET	1	6	1	6
ASO AESI	1	6	1	6
LABORATORIO	1	13	1	7
BODEGA	0	0	0	0
TALLERES	2	1	0	1
SALA DE LECTURA	0	20	0	20

DEP. DE TECNOL. DE LA INF.	1	2	0	2
COORD. ANALISIS DE SIST. INF.	1	2	1	2
DIRECCION DE ESFOT	1	1	1	1
SECRETARIA GENERAL	1	2	0	2
COORD. DE ELECTR. Y TELEC.	1	2	1	2
COORD. ELECTROMECC., PPM Y MANT. INDUSTRI.	1	2	1	2
SALA USO DE PROFESORES	1	6	0	6
COORD. PROPEDEUTICO	1	2	1	2
OF. AUXILIAR DIRECCION	1	1	0	1
CENTRO DE COMPUTO	1	10	1	10
SALA DE SESIONES	0	2	1	2
CUARTO DE TELEC.	0	2	0	2

**PROYECTOS BID**

	VOZ	DATOS	VÍDEO	NO DETERM.
OFICINAS (3)	3	3	0	3
DIRECCION	1	1	1	1
LABORATORIOS	0	4	0	2
JEFATURA	1	1	0	1
RECEPCION	1	2	1	1
RECEPCION	1	2	0	2
SALA DE REUNIONES	1	1	0	1
LABORATORIOS	0	3	0	3

**EDIFICIO DE HIDRÁULICA**

	VOZ	DATOS	VÍDEO	NO DETERM.
OFICINAS	8	17	1	7
LABORATORIOS	4	11	1	8
ADMINISTRATIVO	8	6	2	10

**EDIFICIO ADMINISTRATIVO**

	VOZ	DATOS	VÍDEO	NO DETERM.
DEPARTAMENTO EVALUACION	1	1	0	1
DIRECCION DE PLANIFICACION	1	1	0	1
AREAS DE TRABAJO	5	5	0	5
SALA DE REUNIONES	1	1	1	1
SECRETARIA	1	1	0	1
OFICINAS SOCIALES (6)	5	6	0	6
SECRETARIA	1	1	0	1
BIBLIOT. AREAS DE TRABAJO (10)	4	10	0	4
RECEPCION BIBLIOTECA	0	2	0	2
HEMICICLO	0	4	1	4
DEP. FISCALIZACION	2	3	0	3
OFICINAS MATEMATICAS (4)	4	6	1	4
SALA DE LECTURA	1	5	0	0
RECEPCION CENTRO COMPUTO	2	1	0	1
SALA DE REUNIONES	1	1	1	1
OFICINAS (2)	2	2	0	2
AREAS DE TRABAJO (3)	3	3	0	3
CUARTO DE EQUIPOS	1	10	0	5
AREA DE MATRICULAS	1	6	0	6
RECURSOS HUMANOS (6)	7	6	0	7
AULAS (3)	0	3	0	3
CONSEJO POLITECNICO	3	5	2	5
TESORERIA (5)	5	5	0	5

SECRETARIA RECTORADO	2	1	0	1
TESORERIA ATENCION AL PUBLICO	1	2	0	2
RECTORADO	2	2	1	2
COORDINACION RECTORADO	1	1	0	1
DIRECCION ADMINISTRATIVA(5)	5	5	1	5
ASESORIA JURIDICA	7	6	1	5
SECRETARIA GENERAL (5)	5	5	0	5
SALA REUNIONES	0	1	1	1
VICERRECTORADO	2	1	1	1
SECRETARIA VICERRECTORADO	2	1	0	1
CENTRAL TELEFONICA	1	1	0	1
OFICINA DE INGENIEROS (7)	7	7	0	4
SALA 1	0	15	1	5
SALA 2	0	15	1	5
LABORATORIO TECNOLOGOS	2	14	0	5
SALA REUNIONES	1	1	1	1
OFICINAS DECANOS (3)	3	3	3	3
AREAS TRABAJO (4)	4	4	0	4
AULAS (4)	0	4	0	4
AREAS DE SECRETARIAS(2)	2	2	0	2
COORDINACION DE MATEMATICAS	1	1	1	1
DEPARTAMENTO DE FISICA	1	1	1	1
INGENIERIA EMPRESARIAL. OFICINA	1	1	1	1
AREAS DE TRABAJO (5)	2	5	0	2
AULA	0	1	0	1
AULAS (2)	0	2	0	2
OFICINA ADMINISTRADOR	1	3	0	3
OFICINA DE PROFESORES (4)	1	4	0	4
SALA 1	0	14	1	4
SALA 2	0	14	0	4
OFICINA DIRECTOR	2	1	1	1
SERVICIOS GENERALES	2	2	0	2
OFICINA	1	1	0	1
RELACIONES INSTITUCIONALES (7)	2	7	1	4
OFICINA PRESUPUESTO	1	3	0	3
TESORERIA Y RECEPCION	2	3	0	3
OFICINA JEFATURA	1	1	1	1
ROLES Y SISTEMAS	1	5	0	5
CONTROL PREVIO	1	2	0	2
AREAS DE TRABAJO (4)	0	4	0	4

#### EDIFICIO DE SISTEMAS

	VOZ	DATOS	VÍDEO	NO DETERM.
OFICINA LIBRERÍA	1	1	0	1
ATENCION LIBRERÍA	1	2	0	2
BODEGA LIBRERÍA	0	0	0	0
SECRETARIA ENFERMERIA	1	1	0	1
CONSULTORIO MEDICO I	1	1	0	1
CONSULTORIO MEDICO II	1	1	0	1
CONSULTORIO DENTAL	1	1	0	1
CONSULTORIO DIETETICA Y NUTRICION	1	1	0	1
SERVICIO SOCIAL	1	2	0	2
CONSULTORIO PSICOLOGICO	1	1	0	1
OFICINA SEGUROS	1	1	0	1
CUARTO DE ENFERMERIA	0	1	0	1

SECRETARIA	1	2	0	2
OFICINAS	2	2	0	2
AULA	0	1	0	1
AREAS DE TRABAJO	6	6	0	6
SALA REUNIONES	1	1	1	1
SALA DE COMPUTO	1	12	1	6
SECRETARIA, COORDINACION	1	2	0	2
OFICINA COORDINADOR	1	2	1	2
OFICINAS PROFESORES UNISOF	12	12	0	12
OFICINA DE POSTGRADO	1	2	0	2
SECRETARIA POSTGRADO	1	1	0	1
AREAS TRABAJO SECRETARIA	6	6	0	6
OFICINAS DIRECTORES	3	3	3	3
SECRETARIA	1	1	0	1
SALA DE REUNIONES	1	1	1	0
OFICINAS PROFESORES UNITEC	12	12	0	12
SALA DE LECTURA	1	5	0	5
LABORATORIO 1	0	18	1	5
LABORATORIO 3	0	40	1	5
LABORATORIO 4	0	20	1	5
LABORATORIO 5	0	36	1	5
LABORATORIO 2	0	18	1	5
UNISIG, AREAS DE TRABAJO (3er.)	4	4	0	4
UNISIG, CAPACITACION (3er.)	1	1	0	1
UNISIG, CONSULTORIA (3er.)	1	1	0	1
ENTRADA TERCER PISO (3er.)	1	1	0	1
BODEGA (3er.)	0	0	0	0
ADMINISTRACION DE RED (3er.)	1	14		15
AULAS (7) (4to.)	0	28	0	28
SALA DE AUDIOVISUALES (4to.)	0	2	1	1
AULAS (7) (5to.)	0	28	0	28
ASOCIACION (5to.)	1	4	1	2

#### EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA - QUÍMICA

	VOZ	DATOS	VÍDEO	NO DETERM.
AULAS ELECTRICA (4)	0	4	0	4
LABORATORIO TERMODINAMICA (3)	0	3	0	3
OFICINA TERMODINAMICA	2	2	0	2
AULA LAB TERMODINAMICA	0	2	0	2
LABORATORIO FISICO/QUIMICA	0	1	0	1
OFICINAS LAB. FISICO/QUIMICA (2)	2	2	0	2
BODEGAS (2)	0	0	0	0
LAB INSTRUMENTACION	0	6	0	4
OFICINA INSTRUM.	1	2	0	1
A.E.I.ELECTRICA	1	2	1	2
DR CORRALES	1	2	0	2
DR BENITEZ	1	2	0	2
LAB MAQUINAS	0	2	0	2
AULAS (2)	0	2	0	2
BIBLIOTECA ELECTRICA	0	7	0	1
LABORATORIO TEXTIL	2	8	0	8
AULAS ELECTRICA (4)	0	4	0	4
LABORATORIO DE PETROLEOS	1	2	0	2
LABORATORIO CROMATOGRAFIA GASES (4)	0	4	0	4
OFICINA ING PARREÑO	1	1	0	1



OFICINA ING SANCHEZ	1	1	0	1
LABORATORIOS (3)	0	3	0	3
OFICINA	1	1	0	1
AULA REUNIONES	0	1	1	1
OFICINAS ELECTRICA (11)	11	13	0	13
LABORATORIO DE ALIMENTOS (4)	0	5	0	5
OFICINAS, LAB. ALIMENTOS	3	3	0	3
AULA	0	1	0	1
BODEGA	0	0	0	0
AULAS ELECTRICA (3)	0	3	0	3
OFICINAS ELECTRICA (3)	3	3	0	3
UME	1	2	0	1
ING. DE LA REACCION (2)	2	2	0	2
LAB. ING REACCION	0	2	0	2
AULA	0	1	0	1
OFICINA (2)	2	3	0	3
LABORATORIO BODEGA	0	0	0	0
RECEPCION	1	2	0	2
OFICINA CAFETERIA	1	2	0	2
BODEGAS(QUIMICA)	0	0	0	0
SALA DE LECTURA	1	4	0	3
SALA COMPUTO	0	5	0	5
TALLER	1	4	0	2
SALA A	0	20	1	5
SALA B	0	20	1	5
SALA C	0	20	1	5
SALA D	0	20	1	5
SALA E	0	20	1	5
AULAS ELECTRICA (3)	0	3	0	3
OFICINAS ELECTRICA (3)	3	5	0	5
AULAS QUIMICA (4)	0	4	0	4
CENTRO COMPUTO	1	16	1	4
DECANATO QUIMICA	1	1	1	1
SECRETARIA	4	3	0	3
SUBDECANATO QUIMICA	1	1	1	1
BODEGA	0	3	0	3

<b>EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA</b>				
	<b>VOZ</b>	<b>DATOS</b>	<b>VÍDEO</b>	<b>NO DETERM.</b>
LABORATORIO E110	1	6	0	4
LABORATORIO E109	1	2	0	2
OFICINA E108	1	1	0	1
OFICINA E106	2	2	0	2
OFICINA E101	2	2	0	2
AUTOMATIZACION Y CONTROL	2	2	0	2
COORDINACION ELECTRICA	2	2	1	2
DECANATO	2	1	1	1
SECRETARIA DECANATO	3	2	0	2
SALA REUNIONES	1	2	1	1
SALA USO MULTIPLE	0	5	0	5
CTTETRI	2	4	0	4
LABORATORIO ELECTRONICA	3	4	1	2
AULA E207	0	2	0	1
OFICINA E206	2	2	0	2
POTENCIA E205	2	2	1	1

REDES E204	1	2	1	1
OFICINA E203	5	5	0	3
CONTROL E202	2	2	1	2
TELECOMUNICACIONES	1	2	1	2
LABORATORIO CIRCUITOS ELECTRICOS	1	2	1	1
AULAS (4)	0	8	0	4
ASOCIACION AEIE	2	7	1	6
AUDITORIO	0	1	1	1
TALLER ELECTRICO	1	1	0	1
COPIADORA	1	0	0	1
LABORATORIO ALTO VOLTAJE	1	2	0	1
LABORATORIO MAQUINAS ELECTRICAS	1	1	0	1
SEP	1	10	0	5
LABORATORIO SISTEMAS DIGITALES	1	5	1	1
LABORATORIO DE ADMINISTRACION REDES	6	6	1	6
LABORATORIO DE COMUNICACIÓN DIGITAL	2	6	1	1
LABORATORIO DE REDES	1	18	1	7
LABORATORIO DE SIST. DE CONTROL AUTOM.	1	10	0	0
OFICINA E308	4	5	0	5
AULA MAGNA	1	4	1	2
CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	0	5	0	5

<b>EDIFICIO DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>				
	<b>VOZ</b>	<b>DATOS</b>	<b>VÍDEO</b>	<b>NO DETERM.</b>
MAESTRIA ING. INDUSTRIAL	2	3	1	3
OFICINA ING. LOPEZ	1	1	0	1
OFICINAS (2)	2	2	0	2
SALA AUDIOVISUALES	0	3	1	3
LAB. PULPA Y PAPEL	1	3	0	1
LAB. DE INVEST. APLIC.	1	2	0	2
LAB. DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA	1	1	0	1
LAB. CERAMICA	1	2	0	2
A.E.I.Q	1	2	1	2
LAB. INVEST. PROCESOS	1	1	0	1
LAB. OPER. UNITARIAS	2	5	0	4
AULAS (2)	0	2	0	2
OFICINA	1	1	0	1
COPIADORA	1	0	0	0
LAB. SOPLADO DE VIDRIO	1	2	0	2
LAB. QUIMICA ORGANICA	1	2	0	2
LAB. QUIMICA ANALITICA	1	6	0	4
LAB. RECURSOS NATURALES	1	1	0	1
LAB. ( 2 TEMP. DESOCUPADOS)	2	2	0	2
AULA MAGNA	1	3	1	3
AULAS (3)	0	3	0	3

Lugar/Piso	Máquina	po. de procesad	Sistema Operativ	em. RAM [M]	Conectado a la Polired
ABASTECIMIENTOS/CUARTO PISO/ADEPON,	MAQUINA1	PENTIUM	WIN 95	16	NO
ABASTECIMIENTOS/CUARTO PISO/ADEPON,	MAQUINA2	PENTIUM	WIN 95	16	NO
ABASTECIMIENTOS/CUARTO PISO/ADEPON,	MAQUINA3	PENTIUM IV	WIN ME	128	NO
ABASTECIMIENTOS/SEGUNDO, PRIMER PISO Y	MAQUINA1	PENTIUMIII	WIN 98	128	NO
ABASTECIMIENTOS/SEGUNDO, PRIMER PISO Y	MAQUINA2	PENTIUMIII	WIN 98	56	NO
ABASTECIMIENTOS/SEGUNDO, PRIMER PISO Y	MAQUINA3	PENTIUM IV	WIN ME	256	NO
ABASTECIMIENTOS/SEGUNDO, PRIMER PISO Y	MAQUINA4	CELERON	WIN 98	64	NO
ABASTECIMIENTOS/SEGUNDO, PRIMER PISO Y	MAQUINA5	PENTIUM II	WIN NT4	128	NO
ABASTECIMIENTOS/SEGUNDO, PRIMER PISO Y	MAQUINA6	PENTIUM IV	WIN ME	256	NO
ABASTECIMIENTOS/SEGUNDO, PRIMER PISO Y	MAQUINA7	80486	WIN 95	32	NO
ABASTECIMIENTOS/SEGUNDO, PRIMER PISO Y	MAQUINA8	PENTIUMIII	WIN 98	128	NO
ABASTECIMIENTOS/SEXTO Y QUINTO PISO	MAQUINA1	PENTIUM	WIN 98	16	NO
ABASTECIMIENTOS/SEXTO Y QUINTO PISO	MAQUINA2	80486	WIN 95	16	NO
ABASTECIMIENTOS/TERCER PISO	MAQUINAS 1-25	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	264	NO
CASA MATA DEPT. CIENCIAS NUCLEARES	MAQUINA1	PENTIUM II	WIN 98	64	SI
CASA MATA DEPT. CIENCIAS NUCLEARES	MAQUINA2	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
CASA MATA DEPT. CIENCIAS NUCLEARES	MAQUINA3	80486	WIN 95	28	NO
CASA MATA DEPT. CIENCIAS NUCLEARES	MAQUINA4	PENTIUM II	WIN 95	128	NO
CASA MATA DEPT. CIENCIAS NUCLEARES	MAQUINA5	PENTIUM II	WIN 95	64	NO
CASA MATA DEPT. CIENCIAS NUCLEARES	MAQUINA6	PENTIUM II	WIN 98	32	SI
CIVIL, CUARTO PISO	SECR DEGE1	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	DEGE2	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	256	SI
CIVIL, CUARTO PISO	DEGE3	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	DEGE4	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	DEGE5	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	DEGE6	PENTIUM II	WIN 98	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	DEGE7	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	DEGE8	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	DEGE9	PENTIUM II	WIN 98	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	HIGEO1	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	HIGEO2	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	HIGEO3	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	256	NO

CIVIL, CUARTO PISO	HIGEO4	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	HIGEO5	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	HIGEO6	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	HIGEO7	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	HIGEO8-10	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	256	NO
CIVIL, CUARTO PISO	LAB. 1-24	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	256	NO
CIVIL, MEZZANINE	MAQUINA1	PENTIUM	WIN 95	16	NO
CIVIL, MEZZANINE	MAQUINA2	PENTIUM II	WIN 98	64	NO
CIVIL, MEZZANINE	MAQUINA3	PENTIUMIII	WIN ME	120	NO
CIVIL, PRIMER PISO	MALDI	AMD	WIN 2000 PRO	130	SI
CIVIL, PRIMER PISO	MAQUINA1	PENTIUM II	WIN 98	56	SI
CIVIL, PRIMER PISO	MAQUINA3	PENTIUM	WIN 95	32	SI
CIVIL, PRIMER PISO	MAQUINA2	PENTIUMIII	WIN 98	128	SI
CIVIL, PRIMER PISO	MAQUINA4	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	128	SI
CIVIL, QUINTO PISO, CEC	LABORATORIO 1	PENTIUM II	LINUX/98	128	SI
CIVIL, QUINTO PISO, CEC	LABORATORIO 2	PENTIUMIII	WIN 2000/98	188	SI
CIVIL, QUINTO PISO, CEC	LABORATORIO 3	PENTIUM IV	WIN 2000/98	256	SI
CIVIL, QUINTO PISO, CEC	ADMINISTRATIVA	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	128	SI
CIVIL, QUINTO PISO, CEC	ADMINISTRATIVA	PENTIUM II	WIN 2000 PRO	128	SI
CIVIL, SEGUNDO PISO	FIC 116	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
CIVIL, SEGUNDO PISO	RIESGOS 1	PENTIUM II	WIN ME	128	NO
CIVIL, SEGUNDO PISO	RIESGOS 2	PENTIUM	WIN 95	32	NO
CIVIL, SEGUNDO PISO	RIESGOS 3	PENTIUM	WIN 95	8	NO
CIVIL, SEGUNDO PISO	SECRETARIA	PENTIUM II	WIN 98	64	NO
CIVIL, SEGUNDO PISO	SECR. COORD.	PENTIUM	WIN 95	28	NO
CIVIL, SEGUNDO PISO	FIC 115	PENTIUM II	WIN XP	128	SI
CIVIL, SEGUNDO PISO	FIC 114	PENTIUMIII	WIN 98	128	SI
CIVIL, SEGUNDO PISO	POSGRADO	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	128	NO
CIVIL, SEGUNDO PISO	ING. FELIX BACA	PENTIUM	WIN 95	16	NO
CIVIL, SEGUNDO PISO	JEFATURA	PENTIUM IV	WIN XP	250	NO
CIVIL, SEGUNDO PISO	ING. BARAHONA	PENTIUM II	WIN 98	64	NO
CIVIL, SEGUNDO PISO	ING. BARAHONA	PENTIUMIII	WIN 98	256	NO
CIVIL, SEXTO PISO, GEOFISICO	CORREO	PENTIUM IV	WIN XP	384	SI
CIVIL, TERCER PISO	MAQUINA1	PENTIUM	WIN 95	32	NO
CIVIL, TERCER PISO	MAQUINA2	PENTIUM II	WIN 98	64	NO

CIVIL, TERCER PISO	MAQUINA3	PENTIUM II	WIN 98	64	NO
CIVIL, TERCER PISO	MAQUINA4	PENTIUM II	WIN 98	64	NO
CIVIL, TERCER PISO	MAQUINA5	PENTIUM IV	WIN XP	128	NO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y	SECR	80486	WIN 95	16	NO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y	INFO 1	80286	DOS 5.00	1	NO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y	INFO 2	80286	DOS 5.00	1	NO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y	OF1	PENTIUM II	WIN 98	56	SI
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y	OF2	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	262	SI
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y	OF3	PENTIUMIII	WIN 98	128	SI
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y	OF4	PENTIUM II	WIN 2000 PRO	128	SI
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y	OF5	PENTIUM IV	WIN 98	256	SI
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y	OF6	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	256	SI
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y	OF7	PENTIUM	WIN 95	16	SI
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y	OF8	PENTIUM	WIN 95	16	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CUARTO PISO	PLANIFICACION 1	CELERON	WIN 98	64	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CUARTO PISO	PLANIFICACION 2	CYRIX	WIN 98	32	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CUARTO PISO	PLANIFICACION 3	CYRIX	WIN 95	16	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CUARTO PISO	PLANIFICACION 4	PENTIUM IV	WIN 98	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CUARTO PISO	PLANIFICACION 5	PENTIUM IV	WIN 2000	524	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CUARTO PISO	PLANIFICACION 6	PENTIUM IV	WIN 98	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CUARTO PISO	SOCIALES	PENTIUM II	WIN 95	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CUARTO PISO	LIC. MUNOZ	PENTIUMIII	WIN 98	64	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, MEZANNINE	BIBLIOTECA 1	PENTIUMIII	WIN 98	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, MEZANNINE	BIBLIOTECA 2	PENTIUM	WIN 98	64	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, MEZANNINE	BIBLIOTECA 3	PENTIUM	WIN 98	32	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, MEZANNINE	BIBLIOTECA 4	PENTIUM	WIN 98	48	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, MEZANNINE	BIBLIOTECA 5	PENTIUM	WIN 95	8	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, MEZANNINE	BIBLIOTECA 6	80286	DOS 6.20	1	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, MEZANNINE	BIBLIOTECA 7	80286	DOS 6.20	1	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, MEZANNINE	BIBLIOTECA 8	80486	WIN 95	8	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, OCTAVO PISO	FISCA1	PENTIUMIII	WIN 98	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, OCTAVO PISO	FISCA2	PENTIUM	DOS 6.22	8	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, OCTAVO PISO	MAT1	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	512	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, OCTAVO PISO	MAT2	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, OCTAVO PISO	MAT3	PENTIUMIII	WIN XP	256	SI

EDIFICIO ADMINISTRATIVO, OCTAVO PISO	MAT4	PENTIUMIII	WIN XP	384	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, OCTAVO PISO	MAT5	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, OCTAVO PISO	MAT6	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, OCTAVO PISO	MAT7	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, OCTAVO PISO	MAT8	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, OCTAVO PISO	MAT9	CELERON	WIN 98	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	CEN. COMPUTO 1	PENTIUM II	WIN 95	64	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	CEN. COMPUTO 2	PENTIUM II	WIN 2000	65	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	CEN. COMPUTO 3	80486	WIN 95	16	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	CEN. COMPUTO 4	AMD	WIN 95	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	CEN. COMPUTO 5	PENTIUM	WIN 95	16	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	MATRI 1	PENTIUM II	WIN 95	64	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	GEOVY	PENTIUM IV	WIN 98	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	MONICA	PENTIUM IV	WIN 98	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	MATRI 2	PENTIUM II	WIN 95	62	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	PERSONAL 1	PENTIUMIII	WIN NT	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	PERSONAL 2	80386	WIN 95	16	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	PERSONAL 3	PENTIUM II	WIN 98	32	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	PERSONAL 4	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	SECRE	PENTIUMIII	WIN 98	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	AUDITORIA	PENTIUMIII	WIN 98	127	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	COORDIN. RECTOR	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	262	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	TESORERIA 1	PENTIUMIII	WIN 98	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	SECRE.	80486	DOS 6.20	8	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	TESORERIA 2	PENTIUM IV	WIN 98	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	VICERECTOR	PENTIUM II	WIN 98	64	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	TESORERIA 3	PENTIUM	WIN 95	16	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	DIR ADMI 1	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	64	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	TESORERIA 4	PENTIUMIII	WIN NT	64	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	DIR ADMI 2	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	TESORERIA 5	PENTIUM	WIN NT	32	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	CENTRAL	PENTIUM II	WIN 98	64	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	TESORERIA 6	PENTIUM II	WIN 98	24	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	ASESORIA 1	PENTIUMIII	WIN 98	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	TESORERIA 7	PENTIUM II	WIN NT	64	NO

EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	ASESORIA 2	PENTIUMIII	WIN ME	56	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	ASESORIA 3	PENTIUMIII	WIN 98	56	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	ASESORIA 4	PENTIUM	WIN 98	60	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	SECRETARIA 1	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	260	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	SECRETARIA 2	PENTIUM II	WIN 98	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	SECRETARIA 3	PENTIUMIII	WIN 98	56	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	SECRETARIA 4	PENTIUM	WIN 95	56	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	SECRETARIA 5	80486	WIN 95	8	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	DIR ADMI 3	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	MAT. BURBANO	CELERON	WIN 98	56	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-1	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-1	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	MAT. BURBANO	PENTIUM	WIN 95	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-2	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-2	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	MAT. ANDRADE	PENTIUMIII	WIN 98	64	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-3	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-3	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	CIENCIAS1	PENTIUMIII	WIN 98	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-4	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-4	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	MAT	PENTIUMIII	WIN 98	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-5	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-5	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	DR CAPA	CELERON	WIN 98	64	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-6	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-6	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	CIENCIAS2	CELERON	WIN 98	64	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-7	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-7	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-8	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-8	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-9	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI

EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-9	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-10	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-10	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-11	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-11	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-12	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-12	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-13	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-13	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-14	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-14	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA1-15	PENTIUMIII	WIN98/LINUX	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	SALA2-15	PENTIUM	WIN 98	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEGUNDO PISO	DECANATOS 1	PENTIUM II	WIN 98	64	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEGUNDO PISO	DECANATOS 2	PENTIUMIII	WIN ME	127	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEGUNDO PISO	DECANATOS 3	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEGUNDO PISO	DECANATOS 4	PENTIUM II	WIN 98	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEGUNDO PISO	DECANATOS 5	PENTIUMIII	WIN 98	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEGUNDO PISO	DECANATOS 6	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	DIRECCION	CELERON	WIN 98	184	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	SECRETARIA 1-A	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	SECRETARIA 1-B	PENTIUM II	WIN NT	32	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	SECRETARIA 2-A	PENTIUMIII	WIN 98	176	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	SECRETARIA 2-B	CELERON	WIN 98	16	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	SECRETARIA 2-C	PENTIUMIII	WIN ME	255	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	COORDMATE	PENTIUMIII	WIN 98	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	FISICA 1	PENTIUM IV	WIN 98	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	FISICA 2	80486	WIN 95	16	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	EMPRESARIAL	AMD	WIN XP	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	IDIOMAS 1	PENTIUMIII	WIN 98	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	SALA1-1	PENTIUM IV	WIN2000/LINU	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	IDIOMAS 2	PENTIUM	WIN 95	16	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	SALA1-2	PENTIUM IV	WIN2000/LINU	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	SALA1-3	PENTIUM IV	WIN2000/LINU	128	SI



EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	SALA1-4	PENTIUMIII	WIN2000/LINU	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	SALA1-5	PENTIUM II	WIN2000/LINU	64	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	SALA1-6	CELERON	WIN2000/LINU	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	SALA2-1-12	CELERON	WIN 2000 PRO	64	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	ADMINISTRADOR	PENTIUMIII	WIN2000 PRO	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO	SGENERAL 1	PENTIUMIII	WIN 98	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO	SGENERAL 2	PENTIUMIII	WIN ME	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO	DIRECTOR	PENTIUMIII	WIN 98	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO	RINSTITU 1	PENTIUMIII	WIN 98	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO	RINSTITU 2	80288	DOS 6.0	1	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO	RINSTITU 3	PENTIUM II	WIN 98	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO	RINSTITU 4	PENTIUM II	WIN 95	64	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	CONTA 1	PENTIUMIII	WIN XP	64	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	CONTA 2	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	CONTA 3	PENTIUM II	WIN 98	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	CONTA 5	PENTIUM II	WIN 98	64	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	PRESU 1	PENTIUM II	WIN NT	64	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	PRESU 2	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	PRSU 6	PENTIUM IV	WIN 98	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	PROCESO 1	PENTIUM II	WIN NT	64	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	PROCESO 2	PENTIUMIII	WIN NT	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	TESO 1	PENTIUMIII	WIN 98	64	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	TESO 2	PENTIUM IV	WIN 98	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	ROLES 1	PENTIUMIII	WIN NT	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	ROLES 2	PENTIUMIII	WIN NT	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	JEFATURA	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	SECRE	PENTIUM	WIN 95	16	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	SISTEMAS 1	PENTIUMIII	WIN NT	264	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	SISTEMAS 3	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, MEZANNINE	ING. LOPEZ	PENTIUMIII	WIN 98	64	NO
EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, PLANTA BAJA	INV. APLIC. 1	PENTIUMIII	WIN XP	56	NO
EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, PLANTA BAJA	INV. APLIC. 2	PENTIUM	WIN 95	16	NO
EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, PLANTA BAJA	AEIQ	PENTIUMIII	WIN ME	128	NO
EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, PLANTA BAJA	OPER. UNIT. 1	PENTIUMIII	WIN ME	56	NO
EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, PLANTA BAJA	OPER. UNIT. 2	PENTIUMIII	WIN ME	64	NO
EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, PRIMER PISO	QUIM. ORG.	80486	WIN 95	12	NO

EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, PRIMER PISO	QUIM. ANALIT.	PENTIUMIII	WIN98	64	NO
EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, PRIMER PISO	QUIM. ANALIT. 2	CELERON	WIN98	64	NO
EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, PRIMER PISO	QUIM. ANALIT. 3	80286	DOS 5.00	1	NO
EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, PRIMER PISO	QUIM. ANALIT. 4	80386	DOS 6.20	6	NO
ELECTRICA, PRIMER PISO	PBID 85_02	PENTIUM II	WIN 98	256	SI
ELECTRICA, PRIMER PISO	FIE 202	PENTIUM	WIN 98	64	SI
ELECTRICA, PRIMER PISO	FIE 203	PENTIUM	WIN 98	32	SI
ELECTRICA, PRIMER PISO	FIE 196	PENTIUMIII	WIN 98	56	SI
ELECTRICA, PRIMER PISO	DIRECCION	PENTIUM	WIN 95	32	NO
ELECTRICA, PRIMER PISO	AUTOMATIZACION	PENTIUM II	WIN 98	56	SI
ELECTRICA, PRIMER PISO	AUTOMATIZACION	PENTIUM IV	WIN 98	256	SI
ELECTRICA, PRIMER PISO	CETETRI	CELERON	WIN XP	128	NO
ELECTRICA, PRIMER PISO	CETETRI	PENTIUM IV	WIN 2000	256	SI
ELECTRICA, PRIMER PISO	ELECTRICA	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
ELECTRICA, PRIMER PISO	ELECTRICA	PENTIUMIII	WIN 2000	196	SI
ELECTRICA, PRIMER PISO	DECANO	PENTIUMIII	WIN 98	96	SI
ELECTRICA, PRIMER PISO	SECRETARIA	PENTIUMIII	WIN 98	112	SI
ELECTRICA, PRIMER PISO	SECRETARIA	PENTIUM	WIN 95	64	NO
ELECTRICA, SEGUNDO PISO	JAPS	PENTIUM II	WIN ME	168	SI
ELECTRICA, SEGUNDO PISO	ING. CALDERON	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	128	SI
ELECTRICA, SEGUNDO PISO	E206	PENTIUM	WIN 95	16	NO
ELECTRICA, SEGUNDO PISO	SEP 4	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
ELECTRICA, SEGUNDO PISO	REDES 1	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	312	NO
ELECTRICA, SEGUNDO PISO	ING. PABLO	PENTIUM IV	WIN 98	256	NO
ELECTRICA, SEGUNDO PISO	CONTROL	PENTIUM IV	WIN 2000	262	NO
ELECTRICA, SEGUNDO PISO	ING. BRITO	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	262	SI
ELECTRICA, SEGUNDO PISO	TELECOMUNICACION	PENTIUMIII	WIN 98	48	SI
ELECTRICA, SEGUNDO PISO	CIRCUITOS	PENTIUMIII	WIN 98	160	SI
ELECTRICA, SUBSUELO	SEP 1	PENTIUM II	WIN 98	64	SI
ELECTRICA, SUBSUELO	SEP 2	PENTIUM II	WIN 98	64	SI
ELECTRICA, SUBSUELO	SEP 3	PENTIUM II	WIN 98	32	SI
ELECTRICA, SUBSUELO	SEP 4	PENTIUM II	WIN 98	64	SI
ELECTRICA, SUBSUELO	SEP 5	PENTIUMIII	WIN 98	96	SI
ELECTRICA, SUBSUELO	SEP 6	80486	WIN 95	16	NO
ELECTRICA, SUBSUELO	SEP 7	PENTIUM	WIN 95	32	NO
ELECTRICA, SUBSUELO	AEIE 2	CELERON	WIN 2000	256	NO

ELECTRICA, SUBSUELO	AEIE 3	CELERON	WIN 2000	256	NO
ELECTRICA, SUBSUELO	AEIE 4	CELERON	WIN 2000	256	NO
ELECTRICA, SUBSUELO	AEIE 5	CELERON	WIN 2000	256	NO
ELECTRICA, SUBSUELO	AEIE 6	CELERON	WIN 2000	256	NO
ELECTRICA, SUBSUELO	AEIE 7	CELERON	WIN 2000	256	NO
ELECTRICA, TERCER PISO	DIGITALES	PENTIUMIII	WIN 98	32	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	REDES1	PENTIUMIII	WIN XP	128	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	DIGITAL1	PENTIUM IV	LINUX/W2000S	32	NO
ELECTRICA, TERCER PISO	REDES 2	PENTIUMIII	WIN XP	128	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	DIGITAL2	PENTIUM IV	WIN XP	40	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	REDES 3	PENTIUMIII	WIN XP	128	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	DIGITAL3	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	REDES 4	PENTIUMIII	WIN XP	128	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	FIC203	CELERON	WIN ME	252	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	REDES 5-6	SUN	SUN SOLARIS	56	NO
ELECTRICA, TERCER PISO	IE	PENTIUMIII	WIN ME	255	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	MAQUINAS 1-18	PENTIUM IV	LINUX-XP	256	NO
ELECTRICA, TERCER PISO	DIGITAL4	PENTIUM IV	WIN XP	128	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	CONTROL1	PENTIUMIII	WIN 98	56	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	CONTROL2	80486 SX	WIN 95	16	NO
ELECTRICA, TERCER PISO	CONTROL3	PENTIUM	WIN 98	64	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	CONTROL4	80486	WIN 95	16	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	CONTROL5	PENTIUM	WIN 98	16	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	CONTROL6	PENTIUM	WIN 98	64	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	CONTROL7	PENTIUM	WIN 98	56	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	CONTROL8	PENTIUM	WIN 98	64	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	GHH	PENTIUMIII	WIN 98	128	SI
ELECTRICA/QUIMICA, CUARTO PISO	FIQ 182	80486	WIN 95	12	SI
ELECTRICA/QUIMICA, CUARTO PISO	TERMODINAMICA	PENTIUM IV	WIN ME	256	NO
ELECTRICA/QUIMICA, PLANTA BAJA	INSTR1	PENTIUM IV	WIN 98	256	SI
ELECTRICA/QUIMICA, PLANTA BAJA	INSTR2	PENTIUMIII	WIN 98	32	NO
ELECTRICA/QUIMICA, PLANTA BAJA	INSTR3	PENTIUM	WIN 95	16	NO

ELECTRICA/QUIMICA, PLANTA BAJA	INSTR4	PENTIUM	WIN 98	32	NO
ELECTRICA/QUIMICA, PLANTA BAJA	OF1	PENTIUM II	WIN 98	64	SI
ELECTRICA/QUIMICA, PLANTA BAJA	ASO	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	128	NO
ELECTRICA/QUIMICA, PRIMER PISO	CONSULTA 1	PENTIUM	WIN 98	64	NO
ELECTRICA/QUIMICA, PRIMER PISO	CONSULTA 2	80286	DOS 5.0	1	NO
ELECTRICA/QUIMICA, PRIMER PISO	CONSULTA 3	80386	DOS 5.0	4	NO
ELECTRICA/QUIMICA, PRIMER PISO	CONSULTA 4	80486	WIN 95	24	NO
ELECTRICA/QUIMICA, PRIMER PISO	CONSULTA 5	PENTIUM	WIN 95	16	NO
ELECTRICA/QUIMICA, PRIMER PISO	BIBLIOTECA	80486	WIN 95	24	NO
ELECTRICA/QUIMICA, PRIMER PISO	TEXTIL 1	80486	WIN 95	16	NO
ELECTRICA/QUIMICA, PRIMER PISO	TEXTIL 2	PENTIUM IV	WIN 98	256	SI
ELECTRICA/QUIMICA, PRIMER PISO	TEXTIL 3	CYRIXINSTE	WIN 95	16	NO
ELECTRICA/QUIMICA, PRIMER PISO	TEXTIL 4	PENTIUMIII	WIN 98	128	NO
ELECTRICA/QUIMICA, QUINTO PISO	MAQUINA 1	PENTIUM	WIN 95	16	NO
ELECTRICA/QUIMICA, QUINTO PISO	MAQUINA 2	PENTIUM	WIN 95	16	NO
ELECTRICA/QUIMICA, QUINTO PISO	MAQUINA 3	PENTIUMIII	WIN 98	64	SI
ELECTRICA/QUIMICA, QUINTO PISO	MAQUINA 4	PENTIUM	WIN 95	16	NO
ELECTRICA/QUIMICA, QUINTO PISO	PETROLEOS	PENTIUMIII	WIN ME	56	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEGUNDO PISO	ALIMENTOS 1	PENTIUM II	WIN 98	64	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEGUNDO PISO	ALIMENTOS 2	PENTIUMIII	WIN 98	64	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEGUNDO PISO	ALIMENTOS 3	CYRIX	WIN 98	64	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEGUNDO PISO	ALIMENTOS 4	PENTIUM	WIN 95	16	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEGUNDO PISO	ALIMENTOS 5	PENTIUMIII	WIN 98	64	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEGUNDO PISO	ING RIOFRIO	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	256	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEGUNDO PISO	ING RIOFRIO	PENTIUMIII	WIN 98	128	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEGUNDO PISO	ING. BURBANO	PENTIUMIII	WIN ME	128	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEPTIMO PISO	ING ESPINOZA	PENTIUMIII	WIN XP	128	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEPTIMO PISO	ING REACC	80386	DOS 5.0	1	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEPTIMO PISO	ING. BUITRON	PENTIUMIII	WIN 98	64	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, GENERAL	RECEPCION 1	PENTIUMIII	WIN 2000	256	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, GENERAL	RECEPCION 2	PENTIUMIII	WIN 2000	256	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, GENERAL	OFICINA 1	PENTIUM IV	WIN XP/LINUX	256	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, GENERAL	TALLER	CELERON	WIN 98	128	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, GENERAL	QSLECTURA 1	80486	WIN 95	8	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, GENERAL	QSLECTURA 2	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, GENERAL	QSLECTURA 3	80386	DOS 5.0	1	NO

ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, GENERAL	QSLSC 1	PENTIUM	WIN 95	64	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, GENERAL	QSLSC 2	CELERON	WIN ME	64	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, GENERAL	QSLSC 3	AMD	WIN XP	112	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, GENERAL	QSLSC 4	AMD	WIN XP	128	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, SALA A,B,C,D,E	SALA A 1-20	CELERON	WIN XP	128	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, SALA A,B,C,D,E	SALA B 1-20	PENTIUMIII	WIN XP	128	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, SALA A,B,C,D,E	SALA C 1-20	CELERON	WIN XP	64	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, SALA A,B,C,D,E	SALA D 1-10	PENTIUM IV	WIN2000	256	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, SALA A,B,C,D,E	SALA E 1-12	PENTIUM IV	WINXP/LINUX	256	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, SALA A,B,C,D,E	CISCO 1-16	PENTIUM	WIN 98	128	NO
ELECTRICA/QUIMICA, TERCER PISO	SECRETARIA 1	PENTIUMIII	WIN 98	64	NO
ELECTRICA/QUIMICA, TERCER PISO	SECRETARIA 2	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	64	NO
ELECTRICA/QUIMICA, TERCER PISO	SECRETARIA 3	PENTIUMIII	WIN 98	64	NO
ELECTRICA/QUIMICA, TERCER PISO	DECANATO	PENTIUMIII	WIN ME	64	SI
ELECTRICA/QUIMICA, TERCER PISO	CENTRO COMP.1	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	128	SI
ELECTRICA/QUIMICA, TERCER PISO	QUIMICA 1-10	PENTIUMIII	WIN 2000/98	64	SI
EPCAE, PLANTA BAJA	MAQ 1	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	264	SI
EPCAE, PLANTA BAJA	MAQ 2	PENTIUMIII	WIN 98	128	NO
EPCAE, PLANTA BAJA	MAQ 3	PENTIUM	WIN 98	16	NO
EPCAE, PLANTA BAJA	MAQ 4	PENTIUM	WIN 98	16	SI
EPCAE, PLANTA BAJA	DIRECCION	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	162	SI
EPCAE, PRIMER PISO	LAB 1-15	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
EPCAE, PRIMER PISO	LAB 16-20	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
EPCAE, PRIMER PISO	LAB 21-24	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	264	NO
EPCAE, PRIMER PISO	DIREC 1	PENTIUM IV	WIN 98	256	SI
EPCAE, PRIMER PISO	DIREC 2	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
EPCAE, PRIMER PISO	DIREC 3	PENTIUMIII	WIN 2000 SER	128	SI
EPCAE, PRIMER PISO	DIREC 4	PENTIUM IV	WIN 98	256	SI
EPCAE, SEGUNDO PISO	ESTAC TRAB	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	264	NO
EPCAE, SEGUNDO PISO	PROFESORES 1	PENTIUMIII	WIN 98	128	NO
EPCAE, SEGUNDO PISO	PROFESORES 2	PENTIUM IV	WIN 2000 PRO	264	NO
GEOLOGIA, MINAS Y PETROLEOS (1)	GEOQUIM1	PENTIUMIII	WIN ME	128	SI
GEOLOGIA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	PETR1	PENTIUM IV	WIN ME	256	SI
GEOLOGIA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	PETR2	PENTIUM IV	WIN ME	512	NO
GEOLOGIA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	PETR3	PENTIUM IV	WIN ME	512	NO
GEOLOGIA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	SECR	PENTIUM	WIN 95	32	NO

GEOLOGÍA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	COORDPETR	PENTIUMIII	WIN 98	128	SI
GEOLOGÍA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	GEOL	PENTIUMIII	WIN ME	256	SI
GEOLOGÍA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	GEOQUIM2	80486	WIN 95	16	NO
GEOLOGÍA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	OF1-A	PENTIUMIII	WIN 98	128	NO
GEOLOGÍA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	OF1-B	PENTIUMIII	WIN 98	128	NO
GEOLOGÍA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	OF2	80486	DOS 6.20	1	NO
GEOLOGÍA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	COORD GEO	PENTIUMIII	WIN 98	128	NO
GEOLOGÍA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	OF3	PENTIUMIII	WIN 2000	128	NO
GEOLOGÍA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	CC1	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
GEOLOGÍA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	CC2	PENTIUMIII	WIN ME	128	SI
GEOLOGÍA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	CC3	PENTIUMIII	WIN ME	128	SI
GEOLOGÍA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	CC4	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
GEOLOGÍA, MINAS Y PETROLEOS (PB)	CC5	PENTIUMIII	WIN 98	128	SI
MECANICA, PLANTA BAJA, LABORATORIOS	MAQUI HERRA 1	AMD	WIN 98	128	SI
MECANICA, PLANTA BAJA, LABORATORIOS	TERMODINAMICA	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
MECANICA, PLANTA BAJA, LABORATORIOS	FLUIDOS	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
MECANICA, PLANTA BAJA, LABORATORIOS	MAQUI HERRA 2	PENTIUM IV	WIN XP	128	SI
MECANICA, PLANTA BAJA, LABORATORIOS	MECATRONICA 1	PENTIUM II	WIN NT	64	SI
MECANICA, PLANTA BAJA, LABORATORIOS	ASOCIACION	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
MECANICA, PLANTA BAJA, LABORATORIOS	RESISTENCIA	PENTIUM II	WIN 98	224	SI
MECANICA, PLANTA BAJA, LABORATORIOS	MECATRONICA 2	PENTIUM	WIN 95	32	NO
MECANICA, PRIMER PISO, PROPEDEUTICO	FUNDICION	PENTIUMIII	WIN ME	128	SI
MECANICA, PRIMER PISO, PROPEDEUTICO	SOLDADURA 1	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
MECANICA, PRIMER PISO, PROPEDEUTICO	METALOGRAFIA	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
MECANICA, PRIMER PISO, PROPEDEUTICO	SOLDADURA 2	AMD	WIN XP	240	SI
MECANICA, PRIMER PISO, PROPEDEUTICO	ENSAYOS 2	PENTIUM IV	WIN ME	256	NO
MECANICA, PRIMER PISO, PROPEDEUTICO	ENSAYOS 1	PENTIUM II	WIN ME	64	SI
MECANICA, PRIMER Y SEGUNDO PISO	CONVERSION	PENTIUMIII	WIN 98	64	SI
MECANICA, PRIMER Y SEGUNDO PISO	MECA5	PENTIUMIII	WIN XP	264	NO
MECANICA, PRIMER Y SEGUNDO PISO	MECA1	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
MECANICA, PRIMER Y SEGUNDO PISO	MECA2	PENTIUMIII	WIN 98	56	SI
MECANICA, PRIMER Y SEGUNDO PISO	MECA3	PENTIUMIII	WIN 98	64	SI
MECANICA, PRIMER Y SEGUNDO PISO	MECA4	PENTIUMIII	WIN 2000 PRO	264	SI
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM001	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM005	PENTIUM II	WIN 98	128	NO

MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM002	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM017	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM018	PENTIUM IV	WIN XP	128	SI
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM003	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM006	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM007	AMD	WIN 98	56	NO
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM004	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM008	AMD	WIN 98	56	NO
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM009	AMD	WIN 98	56	NO
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM010	AMD	WIN 98	56	NO
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM011	AMD	WIN 98	56	NO
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM012	AMD	WIN 98	112	NO
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM013	AMD	WIN 98	56	NO
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM014	AMD	WIN 98	56	NO
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM015	AMD	WIN 98	56	NO
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	CIM016	486	WIN 95	32	NO
MECANICA, TERCER PISO, OFICINAS	OFICINA1	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
MECANICA, TERCER PISO, OFICINAS	OFICINA2	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
MECANICA, TERCER PISO, OFICINAS	SECRETARIA	PENTIUM II	WIN 98	56	SI
MECANICA, TERCER PISO, OFICINAS	MATERIALES 1	PENTIUM II	WIN 98	56	SI
MECANICA, TERCER PISO, OFICINAS	MATERIALES 2	PENTIUM III	WIN 98	120	SI
MECANICA, TERCER PISO, OFICINAS	MATERIALES 3	PENTIUM III	WIN 98	256	SI
METALURGIA	OF1	PENTIUM II	WIN ME	192	NO
METALURGIA	OF2	PENTIUM III	WIN XP	256	NO
METALURGIA	OF3	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
METALURGIA	OF4	80486	DOS 6.22	1	NO
METALURGIA	LAB1	PENTIUM III	WIN 2000 PRO	128	NO
METALURGIA	OF5	PENTIUM IV	WIN 98	256	NO
METALURGIA	OF6	PENTIUM II	WIN 98	32	NO
METALURGIA	LAB2	PENTIUM IV	WIN NT	130	NO
METALURGIA	LAB3	80486	DOS 6.22	1	NO
METALURGIA	RECEP1	PENTIUM	WIN 98	256	NO
PROPEDEUTICO, SEXTO, QUINTO Y CUARTO PISO	PCO1	PENTIUM	WIN 95	16	NO
PROPEDEUTICO, SEXTO, QUINTO Y CUARTO PISO	PCO2	80486	WIN 95	16	NO
PROPEDEUTICO, SEXTO, QUINTO Y CUARTO PISO	PCO3	80486	WIN 95	16	NO
PROPEDEUTICO, SEXTO, QUINTO Y CUARTO PISO	PCO4	PENTIUM	WIN 98	48	NO
PROPEDEUTICO, SEXTO, QUINTO Y CUARTO PISO	PCO6	80486	WIN 95	16	NO



PROPEDEUTICO, SEXTO, QUINTO Y CUARTO PISO	PC07	80486	WIN 95	12	NO
PROPEDEUTICO, SEXTO, QUINTO Y CUARTO PISO	PC08	PENTIUM	WIN 95	16	NO
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	PREPO CERO	PENTIUM	WIN 98	124	SI
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	CCICB	PENTIUM	WIN 95	32	SI
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	SECRETARIA	PENTIUM	WIN 98	32	NO
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	JEFE	PENTIUMIII	WIN 98	64	SI
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	DIRECTOR	PENTIUM	WIN 95	32	SI
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	SECRETARIA	PENTIUM	WIN 95	16	NO
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	DIRECCION	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	DIRECCION	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	DIRECCION	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	DIRECCION	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	ALGEBRA	PENTIUMIII	WIN 98	248	SI
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	FISICA I	PENTIUM IV	WIN 98	256	SI
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	FISICA II	PENTIUM	WIN 98	64	SI
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	QUIMICA	PENTIUM II	WIN 98	56	SI
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	IMPRESIONES	AMD	WIN ME	128	SI
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	LAB1-1	PENTIUM	WIN 95	32	NO
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	LAB1-2	PENTIUM	WIN 95	32	NO
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	LAB1-3	PENTIUM	WIN 95	32	NO
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	LAB1-4	PENTIUM	WIN 95	32	NO
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	LAB1-5	PENTIUM	WIN 95	32	NO
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	LAB1-6	PENTIUM	WIN 95	32	NO
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	LAB1-7	PENTIUM	WIN 95	32	NO
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	LAB1-8	PENTIUM	WIN 95	32	NO
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	LAB1-9	PENTIUM	WIN 95	32	NO
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	LAB1-10	PENTIUM	WIN 95	32	NO
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	LAB1-11	PENTIUM	WIN 95	32	NO
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	LAB1-12	PENTIUM	WIN 95	32	NO
PROYECTO BID DEPT. MEDIO AMBIENTE CICAM	MAQUINA1	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
PROYECTO BID DEPT. MEDIO AMBIENTE CICAM	MAQUINA2	AMD	WIN 98	128	NO
PROYECTO BID, CIAP	MAQUINA1	PENTIUMIII	WIN 98	64	SI
PROYECTO BID, CIAP	MAQUINA2	PENTIUM	WIN 98	28	NO



PROYECTO BID, CIAP	MAQUINA3	PENTIUM IV	WIN ME	256	NO
PROYECTO BID, CIAP	MAQUINA4	PENTIUM II	WIN 95	48	NO
PROYECTO BID, CIAP	MAQUINA5	80286	DOS 5.0	16	NO
PROYECTO BID, CIAP	MAQUINA6	PENTIUM	WIN 95	28	NO
PROYECTO BID, CIAP	MAQUINA7	PENTIUM	DOS 5.0	22	NO
SISTEMAS, PRIMER PISO	LIBRERIA	PENTIUM	WIN 95	56	NO
SISTEMAS, PRIMER PISO	CONSU. MEDICO I	80486	WIN 95	12	NO
SISTEMAS, PRIMER PISO	SERVICIO SOCIAL I	PENTIUM II	WIN 96	128	NO
SISTEMAS, PRIMER PISO	SERVICIO SOCIAL II	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
SISTEMAS, PRIMER PISO, FEPON	MAQUINAS 1-12	CELERON	WIN 2000 PRO	128	NO
SISTEMAS, PRIMER PISO, FEPON	MAQUINAS 13-14	CELERON	WIN 2000 PRO	128	NO
SISTEMAS, PRIMER PISO, FEPON	MAQUINA15	AMD	WIN 98	22	NO
SISTEMAS, SEGUNDO PISO	SECRETARIA I	CELERON	WIN 98	64	NO
SISTEMAS, SEGUNDO PISO	COORDINADOR	PENTIUM	WIN 98	64	NO
SISTEMAS, SEGUNDO PISO	SECRETARIA II	PENTIUM II	WIN 2000 PRO	64	NO
SISTEMAS, SEGUNDO PISO	SECRETARIA III	PENTIUM	WIN 95	54	NO
SISTEMAS, SEGUNDO PISO	SECRETARIA IV	PENTIUM II	WIN 2000 PRO	64	NO
SISTEMAS, SEGUNDO PISO	SECRETARIA V	PENTIUMIII	WIN NT	64	NO
SISTEMAS, SEGUNDO PISO	SECRETARIA VI	PENTIUMIII	WIN 98	64	NO
SISTEMAS, SEGUNDO PISO	OFICINA ING.	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
SISTEMAS, SEGUNDO PISO	ING. NIDIA	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA1	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA2	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA3	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA4	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA5	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA6	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA7	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA8	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA9	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA10	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA11	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA12	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA13	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA14	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA15	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI

SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA16	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA17	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	MAQUINA18	PENTIUM IV	WIN2000,	262	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA1	80486	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA2	80486	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA3	80486	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA4	80486	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA5	80486	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA6	80486	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA7	PENTIUM	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA8	80486	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA9	80486	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA10	PENTIUM	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA11	PENTIUM	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA12	PENTIUM	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA13	80486	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA14	80486	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	MAQUINA15	PENTIUM	NT WST,	64	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA1	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA2	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA3	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA4	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA5	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA6	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA7	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA8	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA9	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA10	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA11	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA12	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA13	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA14	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA15	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA16	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA17	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	MAQUINA18	PENTIUMIII	WIN 2000	132	NO

SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA1	PENTIUM	WIN NT	32	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA2	PENTIUM II	WIN NT	64	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA3	PENTIUM II	WIN NT	64	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA4	PENTIUM	WIN NT	32	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA5	PENTIUM	WIN NT	32	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA6	PENTIUM II	WIN NT	64	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA7	PENTIUM II	WIN NT	64	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA8	PENTIUM	WIN NT	32	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA9	PENTIUM II	WIN NT	32	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA10	PENTIUM II	WIN NT	64	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA11	PENTIUM II	WIN NT	32	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA12	PENTIUM II	WIN NT	64	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA13	PENTIUM II	WIN NT	64	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA14	PENTIUM	WIN NT	32	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA15	PENTIUM II	WIN NT	64	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA16	PENTIUM	WIN NT	32	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA17	PENTIUM	WIN NT	32	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	MAQUINA18	PENTIUM	WIN NT	32	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA1	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA2	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA3	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA4	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA5	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA6	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA7	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA8	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA9	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA10	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA11	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA12	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA13	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA14	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA15	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA16	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA17	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	MAQUINA18	PENTIUM III	WIN 2000	128	SI

SISTEMAS, TERCERO, CUARTO, QUINTO PISO	UNISEG 1	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
SISTEMAS, TERCERO, CUARTO, QUINTO PISO	UNISEG 2	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
SISTEMAS, TERCERO, CUARTO, QUINTO PISO	UNISEG 3	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
SISTEMAS, TERCERO, CUARTO, QUINTO PISO	UNISEG 4	PENTIUM IV	WIN ME	128	SI
SISTEMAS, TERCERO, CUARTO, QUINTO PISO	UNISEG 5	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
SISTEMAS, TERCERO, CUARTO, QUINTO PISO	UNISEG 6	PENTIUM IV	WIN ME	256	SI
SISTEMAS, TERCERO, CUARTO, QUINTO PISO	UNISEG 7	PENTIUM IV	WIN ME	256	SI
SISTEMAS, TERCERO, CUARTO, QUINTO PISO	UNISEG 8	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
SISTEMAS, TERCERO, CUARTO, QUINTO PISO	UNISEG 9	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
SISTEMAS, TERCERO, CUARTO, QUINTO PISO	UNISEG 10	PENTIUM IV	WIN ME	128	SI
TECNOLOGOS, AULAS	OFICINAS 2, 1	PENTIUM III	WIN 2000 PRO	114	NO
TECNOLOGOS, AULAS	OFICINAS 2, 2	PENTIUM II	WIN 98	32	NO
TECNOLOGOS, AULAS	OFICINAS 2, 3	PENTIUM	WIN 95	16	NO
TECNOLOGOS, AULAS	ASO E/T 1	PENTIUM	WIN 95	8	NO
TECNOLOGOS, AULAS	ASO E/T 2	AMD	WIN 98	64	NO
TECNOLOGOS, AULAS	ASO E/T 3	CELERON	WIN ME	240	NO
TECNOLOGOS, AULAS	AEASI 1	PENTIUM IV	WIN XP	128	NO
TECNOLOGOS, AULAS	AEASI 2	PENTIUM II	WIN 98	64	NO
TECNOLOGOS, AULAS	MAQ	PENTIUM	WIN 98	48	NO
TECNOLOGOS, AULAS	AET 1	CELERON	WIN 98	64	NO
TECNOLOGOS, AULAS	AET 2	PENTIUM	WIN 95	16	NO
TECNOLOGOS, AULAS	AET 3	PENTIUM	WIN 95	32	NO
TECNOLOGOS, AULAS	AET 4	PENTIUM III	WIN XP	128	NO
TECNOLOGOS, AULAS	LAB 1-8	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
TECNOLOGOS, AULAS	LAB 9-13	PENTIUM II	WIN 98	120	NO
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	SECR. ELECTR Y	PENTIUM	WIN 95	16	SI
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	SECR. ASI-APC	PENTIUM	WIN 95	32	NO
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	COORD. ASI	PENTIUM	WIN 95	16	SI
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	SECR. DIRECCION	80486	WIN 95	8	NO
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	SECR. EM-MI-PPM	PENTIUM	WIN 95	16	SI
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	SECR. PROPED.	80486	WIN 95	8	NO
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	CENTRO DE	PENTIUM	WIN 95	16	NO
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	DIRECCION	PENTIUM III	WIN 2000 PRO	128	SI
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	COORD. PROPED.	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	PROF.	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	AUX. DIRECCION	PENTIUM III	WIN 2000 PRO	128	SI

lugar/piso	Servidor	tipo de procesador	Sistema Operativo	m. RAM [M]	Conectado a la Polir
ABASTECIMIENTOS/SEGUNDO PISO, INVENTARIOS	SERVER	PENTIUM IV	WIN 2000 S	256	SI
CIVIL, CUARTO PISO	ADMINISTRADOR	PENTIUMIII	WIN NT SER	128	SI
CIVIL, CUARTO PISO	SERVER HIGEODES	PENTIUMIII	WIN NT SER	128	SI
CIVIL, QUINTO PISO, CEC	PROXY	PENTIUM II	LINUX 7.3	128	SI
CIVIL, QUINTO PISO, CEC	BASE DE DATOS	PENTIUM II	WIN NT SER	256	SI
CIVIL, SEGUNDO PISO	SAE	PENTIUMIII	WIN 2000 S	261	NO
CIVIL, SEXTO PISO, GEOFISICO	CORREO	PENTIUM IV	WIN XP	384	SI
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y BIOTEC.	SERVER	CELERON	WIN 2000 S	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	BASE DE DATOS TESIS	PENTIUMIII	WIN 95	32	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	MONITOREO	PENTIUMIII	LINUX 7.3	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	FILTRO URL	PENTIUMIII	LINUX 7.3	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	CORREO	PENTIUMIII	LINUX 7.3	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	PAGINAS WEB	PENTIUMIII	SUN U30	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	MATRICULAS	PENTIUMIII	WIN 2000 S	130	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	SERVER DNS	PENTIUM IV	WIN 2000 S	524	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	SQL SERVER SECRETARI	PENTIUMIII	WIN 2000 S	261	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO, TECNOLOGOS	IMPR. Y ANTIVIRUS	PENTIUMIII	WIN 2000 S	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO, TECNOLOGOS	SERVER	PENTIUMIII	WIN 2000 S	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO, TECNOLOGOS	BASES DE DATOS	PENTIUMIII	WIN 2000 S	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO, TECNOLOGOS	PROXY	PENTIUMIII	LINUX 7,3	256	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEGUNDO PISO	PROXY	PENTIUMIII	WIN XP	128	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	SAE CIENCIAS	PENTIUM IV	WIN 2000 S	256	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	SERVER 1	PENTIUM II	WIN NT	64	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	SERVER 2 (PROXY)	PENTIUM	LINUX	64	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO	DNS SERVER	PENTIUM II	WIN NT SER	128	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO	USER SERVER	PENTIUM IV	WIN XP	256	NO
EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, MEZANINE	SAE MST. ING. INDUS.	PENTIUMIII	WIN 2000 S	256	NO
ELECTRICA, PRIMER PISO	SAE-ELECTRICA	PENTIUM II	WIN 98	64	NO
ELECTRICA, PRIMER PISO	SAE-TELECOMUNICACION	PENTIUMIII	WIN 2000 S	132	NO
ELECTRICA, SEGUNDO PISO, MATRICULAS	SAE- POTENCIA	PENTIUM II	WIN 98	128	NO
ELECTRICA, SEGUNDO PISO, MATRICULAS	SAE-REDES	PENTIUMIII	WIN 2000 S	312	NO
ELECTRICA, SEGUNDO PISO, MATRICULAS	SAE-CONTROL	PENTIUM IV	WIN 2000 S	262	NO
ELECTRICA, SUBSUELO	SEP- PROXY	PENTIUM II	WIN 98	56	SI
ELECTRICA, SUBSUELO	AEIE-1	CELERON	WIN 2000 S	256	NO
ELECTRICA, TERCER PISO	CONTROL PROXY	PENTIUM II	WIN NT	132	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	PAGINAS WEB	PENTIUMIII	WIN 2000 S	128	SI

ELECTRICA, TERCER PISO	LINUX	PENTIUM II	RED HAT	256	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	CORREO	PENTIUMIII	WIN 2000 S	256	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	PROXY	PENTIUMIII	LINUX MAND	256	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	TELEEDUCACION	PENTIUM II	WIN 2000 S	512	SI
ELECTRICA/QUIMICA, PRIMER PISO	BASE DE DATOS	PENTIUMIII	WIN 2000 S	164	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO	PROXY LINUX	PENTIUM II	LINUX 7.3	256	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO	FWP2000	PENTIUM IV	WIN 2000 S	512	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO	ZEUS	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO	CISCOMAIN	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI
ELECTRICA/QUIMICA, TERCER PISO	SAE QUIMICA	PENTIUM IV	WIN 2000 S	262	SI
ELECTRICA/QUIMICA, TERCER PISO	SERVIDOR PROXY	PENTIUMIII	WIN XP	186	SI
EPCAE, PRIMER PISO, DIRECCION CONTROL GESTION	SERVIDOR PROXY	PENTIUMIII	WIN 2000 S	128	SI
EPCAE, SEGUNDO PISO	SERVER PROXY	PENTIUMIII	WIN 2000 S	264	SI
EPCAE, SEGUNDO PISO	SAE	PENTIUMIII	WIN 2000 S	264	SI
GEOLOGIA, MINAS Y PETROLEOS	CCPROXY	PENTIUM IV	WIN 2000 S	128	SI
GEOLOGIA, MINAS Y PETROLEOS	SAEGEO	PENTIUM II	WIN 2000 S	128	NO
GEOLOGIA, MINAS Y PETROLEOS	SAEPETR	PENTIUMIII	WIN 2000 S	128	NO
MECANICA, TERCER PISO	SERVER SAE	PENTIUM II	WIN 2000 S	256	NO
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, LABORATORIO 1	NOVASERVER	PENTIUM II	WIN NT SER	132	SI
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, LABORATORIO 1	NEWSERVER	PENTIUMIII	WIN 98	112	SI
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, LABORATORIO 1	SERVER_NT (4to.)	PENTIUM II	WIN NT	73	NO
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, LABORATORIO 1	SERVER_IMP (4to.)	PENTIUM II	WIN 98	64	NO
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, SECRETARIA PREPO CERO	SERVIDOR SAE	PENTIUM IV	WIN 2000 S	262	NO
SISTEMAS, TERCER PISO	FENIX	PENTIUM IV	LINUX 8.0	256	SI
SISTEMAS, TERCER PISO	DB LINUX	PENTIUMIII	LINUX	256	SI
SISTEMAS, TERCER PISO	IWIA	PENTIUMIII	UNIX	512	SI
SISTEMAS, TERCER PISO	NT2000	PENTIUM II	WIN 2000 S	256	SI
SISTEMAS, TERCER PISO	NETWARE2000	PENTIUM II	NOVELNETWA	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO	AMD2003	PENTIUM II	WIN 2000 S	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO	SYS2K	PENTIUM II	WIN 2000 S	256	SI
SISTEMAS, TERCER PISO	NTSERVER	PENTIUM II	WIN 2000 S	256	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, UNISEG	DOMINIO	PENTIUM II	WIN 98	128	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, UNISEG	PROXY	PENTIUM IV	WIN ME	212	SI
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	SAE1	PENTIUM	WIN 95	16	SI
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	SERVER	PENTIUM	WIN NT	32	SI
TECNOLOGOS, LABORATORIO	SERVIDOR IMPRESIONES	PENTIUM IV	WIN XP	256	SI

lugar/piso	Elementos activos	Fabricante, modelo	Tipo de LAN que maneja	Puertos (ocupados, libres)	Salida
CASA MATA	HUB	D-LINK, SOHO	ETHERNET	( 4, 4)	HIDRAULICA
CIVIL, CUARTO PISO	HUB HIGEODES	GENIUS	ETHERNET	(11, 0)	SEGUNDO PISO
CIVIL, PRIMER PISO	HUB	3COM, TP/8	ETHERNET 10BASE-T	( 6, 2)	SEGUNDO PISO
CIVIL, PRIMER PISO	SWITCH	3COM TP/16	ETHERNET	(12, 4)	SEGUNDO PISO
CIVIL, QUINTO PISO, CEC	HUB1	3COM	ETHERNET	(20, 4)	SWITCH1
CIVIL, QUINTO PISO, CEC	HUB2	3COM	ETHERNET	(20, 4)	SWITCH1
CIVIL, QUINTO PISO, CEC	HUB3	CNET	ETHERNET	(10, 6)	SWITCH2
CIVIL, QUINTO PISO, CEC	SWITCH 1	3COM	ETHERNET	(24, 0)	SEGUNDO PISO
CIVIL, QUINTO PISO, CEC	SWITCH 2	3COM	ETHERNET	(16, 0)	SEGUNDO PISO
CIVIL, SEGUNDO PISO	HUB	3COM	ETHERNET	(12, 0)	C/M
Y BIOTEC.	HUB	3COM 3C16170	ETHERNET	(11, 1)	POLIRED
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CENTRO COMPUTO	SWITCH	3COM OFFICE C.	ETHERNET	( 9, 7)	ROUTE SWITCH
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CENTRO COMPUTO	HUB1	CABLETRON MR9T	ETHERNET	( 3, 5)	ROUTE SWITCH
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CENTRO COMPUTO	HUB2	3COM 3C16170	ETHERNET	( 8, 4)	ROUTE SWITCH
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CENTRO COMPUTO	HUB3	3COM 3C16170	ETHERNET	( 7, 4)	ROUTE SWITCH
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CENTRO COMPUTO	HUB4	3COM 3C16170	ETHERNET	( 4, 8)	SWITCH
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CENTRO COMPUTO	ROUTE SWITCH	IBM 8274/W93	LANWAN	(16, 4)	
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CENTRO COMPUTO	ROUTER	CISCO 2611	LANWAN	( 2, 2)	HUB4,HUB1
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CUARTO PISO	HUB	ENCORE ENH708	ETHERNET	( 8, 0)	POLIRED
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, OCTAVO PISO	HUB MATE	3COM TP/12	ETHERNET	( 6, 6)	CENTRO DE COMP.
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	HUB1	3COM 3C16170	ETHERNET	( 2,10)	POLIRED
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	HUB2	3COM 3C16170	ETHERNET	( 7, 5)	POLIRED
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	SWITCH	INTEL	ETHERNET	( 3, 5)	POLIRED
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	HUB DIRECCION ADM	3COM OFFICE CON.	ETHERNET	( 4, 4)	
TESORERIA	HUB	3COM OFFICE CON.	ETHERNET	( 9, 7)	FINANCIERO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO LIT	SWITCH	NEW LINK	ETHERNET	( 5,19)	POLIRED
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO LIT	HUB 1	3COM	ETHERNET	(22, 2)	SWITCH
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO LIT	HUB 2	3COM	ETHERNET	(21, 3)	SWITCH
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEGUNDO PISO	HUB	3COM 3C16170	ETHERNET	( 8, 4)	POLIRED
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	HUB-SAE CIENCIAS	3COM 3C16170	ETHERNET	( 6,10)	
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	HUB	3COM OFFICE CON.	ETHERNET	(10, 2)	POLIRED
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	HUB	ENCORE	ETHERNET	(13,3 )	SWITCH
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	SWITCH	ENCORE	ETHERNET	( 9, 7)	POLIRED
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO	HUB	3COM OFFICE CON	ETHERNET	( 3, 5)	
FINANCIERO	HUB 3	GENIUS GH4080SE	ETHERNET	( 6, 2)	
FINANCIERO	HUB 1	3COM OFFICE CON	ETHERNET	( 6,10)	
FINANCIERO	HUB 2	3COM OFFICE CON	ETHERNET	(12, 4)	
ELECTRICA, PRIMER PISO	HUB	LINKSYS	ETHERNET	( 5, 1)	POLIRED



ELECTRICA, PRIMER PISO	HUB	IBM	ETHERNET	( 6, 6)	RADIOMODEM
ELECTRICA, SUBSUELO	HUB	ENCORE ENH708	ETHERNET	( 8, 0)	PROXY
ELECTRICA, SUBSUELO	HUB	NEW LINK SERIE60/10	ETHERNET	( 7, 9)	
ELECTRICA, TERCER PISO	SWITCH	CNET	ETHERNET	( 2, 6)	POLIRED
ELECTRICA, TERCER PISO	SWITCH1	INTEL EXPRESS 460T	ETHERNET	( 2,14)	POLIRED
ELECTRICA, TERCER PISO	HUB (CONTROL)	LINKSYS	ETHERNET	( 5, 1)	HUB 2
ELECTRICA, TERCER PISO	HUB	INTEL EXPRESS 330T	ETHERNET	(11, 5)	POLIRED
ELECTRICA, TERCER PISO	HUB 2 (CONTROL)	GENIUS	ETHERNET	( 8, 0)	POLIRED
ELECTRICA, TERCER PISO	SWITCH2	IBM 8271-524	ETHERNET	(10,14)	POLIRED
ELECTRICA, TERCER PISO	SWITCH CT 1	IBM 8275	ETHERNET	(23, 1)	POLIRED
ELECTRICA, TERCER PISO	SWITCH CT 2	HP J3204A	ETHERNET	(12,12)	POLIRED
ELECTRICA, TERCER PISO	HUB 1	3 Com 3C16170	ETHERNET	(12, 0)	POLIRED
ELECTRICA, TERCER PISO	HUB 2	SOHO ROUTER	ETHERNET	( 3, 4)	POLIRED
ELECTRICA/QUIMICA, PRIMER PISO	HUB	ENCORE	ETHERNET	( 3, 5)	
ELECTRICA/QUIMICA, SEGUNDO PISO	HUB	ENCORE ESH709	ETHERNET	( 5, 3)	TERCER PISO
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO	SWITCH POLI	3COM OFFICE CON	10/100 BASE T	( 4, 4)	POLIRED
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO	SWITCH SALA D	16 PORT SWITCH	ETHERNET	(14, 2)	SWITCH POLI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO	HUB RECEP	ACER 116S	ETHERNET	( 4,12)	SWITCH POLI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO	HUB SERV	ENCORE ENH708	ETHERNET	( 7, 1)	SWITCH
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO	HUB SALA E	ACER 116S	ETHERNET	(13, 3)	SWITCH POLI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO	SWITCH SALA C	16 PORT SWITCH	ETHERNET	(14, 2)	SWITCH POLI
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO	HUB TALLER	ENCORE ENH708	ETHERNET	( 3, 5)	SALA D
ELECTRICA/QUIMICA, TERCER PISO	SECRETARIA HUB	3COM	ETHERNET	( 3, 9)	
ELECTRICA/QUIMICA, TERCER PISO	HUB	3COM	ETHERNET	(12, 0)	SWITCH
ELECTRICA/QUIMICA, TERCER PISO	HUB 2	3COM	ETHERNET	( 2, 6)	SWITCH
ELECTRICA/QUIMICA, TERCER PISO	SWITCH	CNET	ETHERNET	( 5,11)	POLIRED
EPCAE, PRIMER PISO	HUB	ENCORE	ETHERNET	( 4, 4)	HUB 2do PISO
EPCAE, PRIMER PISO	SWITCH	3COM OFFICE CO.	DUAL SPEED	( 0,16)	HUB 2do PISO
EPCAE, SEGUNDO PISO	HUB	3 COM OFFICE CON.	ETHERNET	( 6, 6)	C/M
EPCAE, SEGUNDO PISO	SWITCH1	3COM OFFICE CO.	ETHERNET	( 7, 9)	HUB
EPCAE, SEGUNDO PISO	SWITCH2	D-LINK, SOHO	10/100 DUAL SPEED	( 5, 3)	HUB
EX ICB, CUARTO PISO, LAB 2	HUB	3COM OFFICCE CON.	10 BASE 2	( 4, 4)	HUB EN EL 3er P
EX ICB, TERCER PISO, LABORATORIO1	HUB1	3COM SUPERSTACKII	ETHERNET	(21, 3)	C/M
EX ICB, TERCER PISO, LABORATORIO1	HUB2	3COM SUPERSTACKII	ETHERNET	(18, 6)	HUB1
GEOLOGIA, MINAS Y PETROLEOS	SWITCH	3COM OFFICE C	ETHERNET	( 4,20)	POLIRED
GEOLOGIA, MINAS Y PETROLEOS	HUB	D-LINK, SOHO	ETHERNET	( 6, 6)	CCPROXY
MECANICA SEGUNDO PISO	HUB1	ENCORE	ETHERNET	( 0, 8)	NO UTILIZADO
MECANICA SEGUNDO PISO	HUB2	ANSEL	ETHERNET	( 2, 6)	HUB 3COM
MECANICA SEGUNDO PISO	HUB3	3COM OFFICE CON.	ETHERNET	(15, 1)	C/M
MECANICA, EX ICB, PRIMER PISO	HUB	INTEL	ETHERNET	( 7, 9)	SEGUNDO PISO



MECANICA, PLANTA BAJA	SWITCH1	CNET	ETHERNET	( 2, 6)	SEGUNDO PISO
MECANICA, PLANTA BAJA	HUB	MAGICTRONIC	ETHERNET	( 6, 2)	SEGUNDO PISO
MECANICA, PLANTA BAJA	SWITCH2	MAGICTRONIC	ETHERNET	( 0, 8)	NO OCUPADO
MECANICA, SEGUNDO PISO, LABORATORIO	HUB1	MAGICTRONIC	ETHERNET	(13,31)	HUB SECRETARIA
MECANICA, TERCER PISO	HUB	GENIUS	ETHERNET	( 4, 4)	SEGUNDO PISO
PROYECTO BID, CIAP	HUB (No Utilizado)	ENCORE M.ESH-708	ETHERNET	( 0, 8)	
SISTEMAS PRIMER PISO, FEPON	SWITCH	3COM	ETHERNET	( 0,16)	
SISTEMAS TERCER PISO, UNISEG	HUB	3 COM	ETHERNET	(11, 5)	192,188,57,53
SISTEMAS, SEGUNDO PISO	HUB	EAGLE EH1200	ETHERNET	( 3, 9)	192,168,70,10
SISTEMAS, TERCER PISO, CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	HUB LAB2000	3COM SUPERSTACK	ETHERNET	(21, 3)	SWITCH
SISTEMAS, TERCER PISO, CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	HUB PRINCIPAL	3COM LINK BUILDER	ETHERNET	( 8, 4)	POLIRED
SISTEMAS, TERCER PISO, CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	HUB IPS REALES	3COM SUPERSTACK	ETHERNET	(23, 1)	POLIRED
SISTEMAS, TERCER PISO, CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	HUB	3COM SUPERSTACK	ETHERNET	(22, 2)	
SISTEMAS, TERCER PISO, CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	HUB POSTGRADO	3COM SUPERSTACK	ETHERNET	( 6,18)	SWITCH
SISTEMAS, TERCER PISO, CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	HUB PENTIUM NT	3COM SUPERSTACK	ETHERNET	(19, 5)	SWITCH
SISTEMAS, TERCER PISO, CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	HUB NOVELL	3COM SUPERSTACK	ETHERNET	(17, 7)	SWITCH
SISTEMAS, TERCER PISO, CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	HUB PROXI NOVELL	3COM SUPERSTACK	ETHERNET	(19, 5)	
SISTEMAS, TERCER PISO, CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	HUB SAE	3COM SUPERSTACK	ETHERNET	( 4,20)	
SISTEMAS, TERCER PISO, CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	HUB SYS2K	3COM SUPERSTACK	ETHERNET	(20, 4)	HUB PRINCIPAL
SISTEMAS, TERCER PISO, CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	SWITCH	ALLIED TELESYN FS724	ETHERNET	(11,13)	SERVIDORES
SUMINISTROS/SEGUNDO PISO, INVENTARIOS	HUB	3COM	ETHERNET	( 7, 1)	
TECNOLOGOS	HUB	3COM TP 16C	10 BASE2/10 BASE-T	(13, 3)	
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	HUB ADMIN1	3COM TP 24C	ETHERNET	(15, 9)	
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	HUB ADMIN2	ENCORE	ETHERNET	(10, 6)	

Lugar/Piso	Aplicaciones más utilizadas	Tipo(s) de cable	Tipo de red	Topología lógica	Topología física	Instalación a tierra	Salida independiente
ABASTECIMIENTOS/CUARTO PISO/ADEPON, COOP. DE VIVIENDA	OFFICE					FALSO	NO
ABASTECIMIENTOS/SEGUNDO, PRIMER PISO Y SUBSUELO	OFFICE, MANEJO DE INVENTARIOS, DISEÑO GRAFICO	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
ABASTECIMIENTOS/TERCER PISO	OFFICE, SPSS, LINDO, DELPHI 4	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
CASA MATA DEPT. CIENCIAS NUCLEARES	OFFICE, PROTEL, LOOKOUT	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
CIVIL, CUARTO PISO	OFFICE, AUTO CAD	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
CIVIL, MEZZANINE	OFFICE, AUTOCAD					FALSO	SI
CIVIL, PRIMER PISO	OFFICE, INTERNET	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
CIVIL, QUINTO PISO, CEC	COMPARTICIÓN DE RECURSOS, IMPRESORAS, INTERNET, CONTROL ACADÉMICO, FACTURACIÓN	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
CIVIL, SEGUNDO PISO	OFFICE, AUTO CAD	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS		FALSO	NO
CIVIL, SEXTO PISO, GEOFISICO	OFFICE, CORREO INTERNET	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
CIVIL, TERCER PISO	OFFICE					FALSO	SI
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y BIOTEC. ED. ABASTECIMIENTOS/SEXTO Y QUINTO PISO	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, CUARTO PISO	OFFICE, ACCESS, BASE DE DATOS	UTP CAT 5 / FTP	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, MEZANNINE	OFFICE, BASE DE DATOS	UTP CAT 5 / FTP				FALSO	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, OCTAVO PISO	OFFICE, PROJECT, SPSS	UTP CAT 5 / FTP	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PLANTA BAJA	OFFICE, BASE DE DATOS	UTP CAT 5 / FTP	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	OFFICE, ACCESS, SISTEMAS DE ADQUISICIONES, PLANES DE COMPRA	UTP CAT 5 / FTP	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, PRIMER PISO	SISTEMA DE INTEGRACION FINANCIERA, OFFICE	UTP CAT 5 / FTP	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	OFFICE	UTP CAT 5 / FTP	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	OFFICE, AUTOCAD, MATLAB, POWER DESIGNER	UTP CAT 5 / FTP	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, QUINTO PISO	OFFICE	UTP CAT 5 / FTP	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEGUNDO PISO	OFFICE, ACCESS	UTP CAT 5 / FTP	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	SI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEPTIMO PISO	OFFICE	UTP CAT 5 / FTP	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	OFFICE, BASE DE DATOS DE LOS ESTUDIANTES	FTP				VERDADERO	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, SEXTO PISO	OFFICE, MATLAB, MATCAD, MATHEMATICA	UTP CAT 5 / FTP	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO	OFFICE, AUTOCAD, ACCESS	UTP CAT 5 / FTP	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
EDIFICIO ADMINISTRATIVO, TERCER PISO, FINANCIERO	OFFICE, ROLES, SISTEMA DE INTEGRACION DE GESTION FINANCIERA	UTP CAT 5 / FTP	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO

EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, MEZANNINE	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, PLANTA BAJA	OFFICE, CHEMWIN, CORELDRAW	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	SI
EDIFICIO DE INGENIERIA QUIMICA, PRIMER PISO	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
ELECTRICA, PRIMER PISO	PROTEL, AUTOCAD, SIMULACIONES, ICAPS, ORCAD,OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
ELECTRICA, SEGUNDO PISO	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
ELECTRICA, SUBSUELO	OFFICE, MATLAB, WORKBENCH	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
ELECTRICA, TERCER PISO	OFFICE, INTERNET,VISUAL BASIC, MATLAB	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	SI
ELECTRICA, TERCER PISO	LINUX, VISUAL BASIC, OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
ELECTRICA/QUIMICA, CUARTO PISO	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	SI
ELECTRICA/QUIMICA, PLANTA BAJA	INTOUCH, LABVIEW, VISUAL, MATLAB	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
ELECTRICA/QUIMICA, PRIMER PISO	OFFICE, BASES DE DATOS BIBLIOGRAFICOS	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
ELECTRICA/QUIMICA, QUINTO PISO	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEGUNDO PISO	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEPTIMO PISO	OFFICE					VERDADERO	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, GENERAL	OFFICE, VISIO	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
ELECTRICA/QUIMICA, SEXTO PISO, SALA A,B,C,D,E	OFFICE, MATLAB, SIMULADORES, ORCAD, CIRCUIT MAKER, ENSAMBLADORES	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
ELECTRICA/QUIMICA, TERCER PISO	OFFICE, MATEMATICA, VISUAL BASIC	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
EPCAE, PLANTA BAJA	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
EPCAE, PRIMER PISO	OFFICE, STATGRAPHICS, ECONOMETRIA, MAPINFO, SPSS	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
EPCAE, SEGUNDO PISO	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
GEOLOGIA, MINAS Y PETROLEOS	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
MECANICA, PLANTA BAJA, LABORATORIOS	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
MECANICA, PRIMER PISO, PROPEDEUTICO	OFFICE, AUTOCAD	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
MECANICA, PRIMER Y SEGUNDO PISO	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
MECANICA, SEGUNDO PISO, SALA COMPUTO	OFFICE, ALGOR, SAP, AUTOCAD	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
MECANICA, TERCER PISO, OFICINAS	OFFICE, ALGOR, SAP, AUTOCAD	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
METALURGIA	OFFICE, CONTROL DE MAQUINAS					FALSO	NO
PROPEDEUTICO, SEXTO, QUINTO Y CUARTO PISO	OFFICE	COAXIAL RG-58/U	10 BASE 2	BUS	BUS	VERDADERO	NO
PROPEDEUTICO, TERCER PISO, OFICINAS	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	NO
PROPEDEUTICO, TERCERO Y SEGUNDO PISO	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	FALSO	SI

PROYECTO BID DEPT. MEDIO AMBIENTE CICAM	OFFICE	UTP CAT 5				VERDADERO	NO
PROYECTO BID, CIAP	OFFICE	UTP CAT 5				VERDADERO	SI
SISTEMAS, PRIMER PISO	OFFICE, FACTURACION (LIBRERIA)					VERDADERO	NO
SISTEMAS, PRIMER PISO, FEPON	AUTOCAD, MATLAB, STEP 7(PLCs), OFFICE, VISUAL STUDIO 6	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	SI
SISTEMAS, SEGUNDO PISO	OFFICE	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 1	APLICACIONES DISTRIBUIDAS (BASES DE DATOS)	UTP CAT 6	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	SI
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 2	APLICACIONES DISTRIBUIDAS (BASES DE DATOS)	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 3	APLICACIONES DISTRIBUIDAS (BASES DE DATOS)	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 4	APLICACIONES DISTRIBUIDAS (BASES DE DATOS)	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
SISTEMAS, TERCER PISO, LABORATORIO 5	APLICACIONES DISTRIBUIDAS (BASES DE DATOS)	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
SISTEMAS, TERCERO, CUARTO, QUINTO PISO TECNOLOGOS, AULAS	OFFICE, AUTOCAD, MANEJO DE BASES DE DATOS, PAQUETES DE PROG.	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO
	OFFICE, AUTO CAD					FALSO	NO
TECNOLOGOS, CASA ADMINISTRATIVA	WEB, ADMIN. Y CONTROL ESTUDIANTIL, OFFICE, FOXPRO, BASES DE DATOS	UTP CAT 5	10 BASE T	BUS	ESTRELLA	VERDADERO	NO

# Alcatel 6932 62.5/125 Multimode Fiber

Alcatel graded index Multimode fibers operate in both the 850nm and 1300nm regions and are ideally suited for use in Local Area Networks (LANs) for data, voice, and video transmissions.

The 62.5/125 Multimode fiber is fully compatible with all of the major industry network standards available on the market today, including FDDI, Ethernet, Fast Ethernet, ATM, and Token Ring. The 62.5/125 Multimode fiber is also guaranteed for use in a variety of cables, including loose tube and tight buffer cable.

All of Alcatel's Multimode fibers are further enhanced with Alcatel's unique processes, including the Alcatel Fiber Coating (AFCTM) process. The AFCTM coating ensures fiber durability and robustness even in harsh environments. Additionally, Alcatel's Multimode fibers benefit from their Furnace Chemical Vapor Deposition (FCVD) process. The FCVD process ensures superior geometry and uniformity, as well as enhanced purity.



## Alcatel's 62.5/125 Multimode

graded index fiber is one of Alcatel's preeminent fibers for Multimode applications. The fibers have been designed to satisfy the increasing pressure on service providers to support the exponential growth in high-speed transmission over shorter distances, including corporate and campus environments.

As one of the world's largest manufacturers of communications products, Alcatel has the expertise, technology and manufacturing resources to provide a total end-to-end solution to support your fiber, cable, and systems requirements.

FEATURES	BENEFITS
Operates at both 850nm and 1300nm wavelengths	Enhanced transmission capacity
Optimized to take advantage of lower-cost transceivers (LEDs)	Significant cost savings
Compatible with all major network standards, including FDDI, Ethernet, Fast Ethernet, Token Ring and ATM	Operational flexibility
Utilizes Alcatel's proprietary Furnace Chemical Vapor Deposition (FCVD) process	Ensures fiber with superior geometry and uniformity, as well as enhanced purity
Utilizes Alcatel's unique AFCTM fiber coating, specially formulated for Multimode	Provides superior durability and robustness even in the harshest conditions, resulting in lower maintenance and replacement costs

## KEY INDUSTRY LEADING MILESTONES

- ▶ **1999**: Introduced Alcatel's AFCTM coating specifically designed to provide superior aging performance for Multimode fibers and better stability during the coating process.
- ▶ **2000**: Introduced Alcatel's proprietary Furnace Chemical Vapor Deposition (FCVD) fiber production process to ensure the highest quality fiber.



ARCHITECTS OF AN INTERNET WORLD

# Alcatel 6932

## 62.5/125 Multimode Fiber

### OPTICAL SPECIFICATIONS

#### Typical Spectral Attenuation and Bandwidth (modal dispersion)

Attenuation 850/1300nm	Bandwidth 850/1300nm
2.8/0.8 dB/km	250/800 MHz.km
2.9/0.8 dB/km	200/500 MHz.km
3.5/1.5 dB/km	160/200 MHz.km

#### Point Discontinuity

@850nm/1300nm  $\leq 0.2$  dB

#### Bending Sensitivity Attenuation

The maximum attenuation with bending does not exceed the following values @ 850nm and 1300nm:  
100 turns on 75mm diameter  $\leq 0.5$  dB

#### Chromatic Dispersion

Zero Dispersion Wavelength ( $\lambda_0$ ) 1320 to 1365nm  
Zero Dispersion Slope (S<sub>0</sub>):  
for 1320nm <  $\lambda_0$  < 1348nm is typically  $\leq 0.11$  ps/nm<sup>2</sup>·km  
for 1348nm <  $\lambda_0$  < 1365nm is typically  $\leq 0.001 \cdot [1458 - \lambda_0]$  ps/nm<sup>2</sup>·km

#### Numerical Aperture (NA)

Numerical Aperture 0.275 ± 0.015

#### Effective Group Index of Refraction

@ 850nm 1.497  
@ 1300nm 1.492

Fibers with different characteristics and lengths available upon request

References for products: IEC pub 60793/2 EN 188000-206

Alcatel reserves the right to change specifications without prior notice.

### GENERAL SPECIFICATIONS

Core Diameter	62.5 ± 3µm
Core Non-Circularity	≤ 6%
Cladding Diameter	125 ± 2µm
Cladding Non-Circularity	≤ 2%
Core/Cladding Concentricity Error	≤ 3µm
Coating Diameter	245 ± 15µm
Coating Non-Circularity	≤ 6%
Coating/Cladding Concentricity Error	≤ 12.5µm

### ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

#### Induced Attenuation Change @ 850 & 1300nm

Operating Temperature -60 to +85°C	≤ 0.2 dB/km
Temperature/Humidity Cycling -10/+70°C RH 95%	≤ 0.2 dB/km

### MECHANICAL SPECIFICATIONS

#### Proof-test

The entire length is subjected to a tensile proof-test > 100 kpsi.

#### Other Values

Stress corrosion factor (n)	≥ 20
Strippability (50-500mm/minute)	> 1N

#### Delivery Lengths

1.1, 2.2, 3.3, 4.4, 5.5, 6.6, 7.7, 8.8 km

References for measurements

EC Pub 60793 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-B6

EIA-TIA 455-31C/46A/58A/59/168A/173/176/177A/204

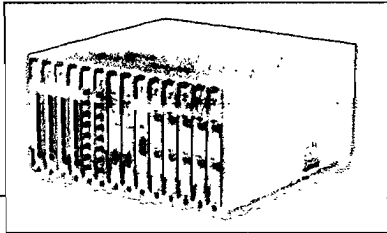
For additional information visit Alcatel online or call your nearest Optical Fiber Sales Representative

[www.alcatel.com/opticalfiber](http://www.alcatel.com/opticalfiber)

Brazil.....	+55 11 3068 9993
France .....	+33 1 55 51 51 36
France (HQ).....	+33 1 39 19 12 00
Germany.....	+49 2166 27 2164
India.....	+91 11 335 9650
Spain.....	+34 942 247 111
UK.....	+44 1633 413 600
North America.....	+1 828 459 9787
	800 879 9862



ARCHITECTS OF AN INTERNET WORLD



DATA SHEET

# 3Com® Switch 4005

## Key Benefits

Modular Fast Ethernet with Feature-rich Layer 3 Switching

### Flexibility

The modular 14-slot chassis provides a flexible edge solution for enterprises of all sizes and the core of smaller networks. Up to 96 ports of copper and fiber Fast Ethernet can be installed for desktop connectivity, while 2-port Gigabit modules can be used for aggregation.

### High Availability and Fault Tolerance

Modular architecture provides flexibility and future-proofing to keep up with the demands of a growing network. Redundant components—power supplies, fan trays, and switch fabric—help ensure the network is always available.

### Layer 3 Switching Performance

Scalable, high-performance, line-rate switching for applications requiring Layer 3. Protocols supported in the 3Com® Switch 4005 include OSPF, RIP (V1 and V2) and Multicast Routing (DVMRP).

### Advanced Security capabilities

Implement security policies on your network using IP Access Lists. These policies are implemented in hardware, thus not affecting switching performance or throughput.

### Ease of Use

The 3Com Switch 4005 can automatically detect and select the optimum port speed, duplex mode, and cable connection (MDI/MDIX). The switch also incorporates built-in enhanced web management and configuration to ease switch monitoring and setup.

The 3Com Switch 4005 is supported by 3Com® Network Supervisor with network discovery, topology mapping, monitoring and alerting for easy network administration.

The modularity of the 3Com Switch 4005 makes this product an ideal product for Fast Ethernet aggregation of desktop PC's.

The 10/100 operation of its Fast Ethernet-over-copper modules enables a phased approach to upgrading the network, while with the support of 100Base-FX meets the requirements for fiber to the desktop. Gigabit Ethernet can then be

used for connectivity back to the core of the network.

The high-performance, feature rich Layer 3 switching, together with multi-media support and advanced switching features, also makes this an excellent aggregator for the core of the network.

## Specifications

### Dimensions

Height: 22.23 cm (8.75 in)  
 Width: 43.94 cm (17.3 in)  
 Depth: 43.68 cm (17.2 in)  
 Weight: 22.68 kg (50 lb)

### Performance

24 Gbps total bandwidth  
 18 Mpps forwarding performance  
 RIP v1 and RIP v2  
 OSPF  
 UDP/DHCP Helper  
 DVMRP Multicast Routing  
 Access Control Lists  
 256 VLANs  
 Link Aggregation (802.3ad trunking)  
 Fast Spanning Tree Protocol  
 802.1p and 802.1Q  
 802.3x flow control

### Power

300 W AC Power Supply  
 Input voltage: 90-264 VAC, autoranging  
 Operating frequency: 47-63 Hz  
 Maximum input current: 6 A at 100 VAC; 3.1 A at 200 VAC

### Maximum Power Consumption

455 W (1,553 Btu/hour)

### Environmental Ranges

Operating temperature:  
 0° to 50°C (32° to 122°F)  
 Operating humidity:  
 10% to 90% noncondensing  
 Storage temperature:  
 -40° to 70°C (-40° to 158°F)  
 Storage humidity:  
 10% to 90% noncondensing

### SNMP Standards

SNMP Protocol (RFC 1157)  
 MIB-II (RFC1213)  
 Bridge MIB (RFC 1493)  
 RMON MIB II (RFC 2021)  
 Remote Monitoring MIB (RFC 1557)  
 MAU MIB (RFC 2239)

### Electromagnetic Compatibility

The Switch 4005 is certified with the following standards:  
 CE Mark  
 Australian Declaration of Conformity for tick-mark

### Emissions

FCC, Part 15 Subpart B, Class A  
 Canada, ICES003, Class A  
 VCCI Class A  
 EN 55022/CISPR 22, Class A  
 AS/NZS 3548, Class A  
 CNS 13438, Class A  
 Korea No. 34, Class A

### Safety

CSA/NRTL (UL1950, CSA 22.2.950, 3rd Edition)  
 TUV/GS (EN 60950, 3rd Edition, including Amendments and Annexes ZB, ZC; with GS Mark (Bauart Mark for power supplies)  
 CB Report/Certificate to IEC 60950, including all national deviations

### Management

3Com Network Supervisor (trial copy provided on accompanying CD)  
 Backup and Restore  
 Web Management  
 Command line interface  
 SNMP  
 Four RMON groups

### Warranty

One year hardware warranty; ninety (90) days software warranty. Refer to [3com.com/warranty](http://3com.com/warranty) for details.

## Ordering Information

3Com Switch 4005 40-Port Copper Fast Ethernet Starter Kit (RJ-45 connectors)	3C16830
--	---------

### Software

Switch 4005 v2.0 Advanced Software <i>For units running earlier versions to upgrade to version 2.0 features</i>	3C16844
--	---------

### Modules

Switch 4005 8-port 10/100BASE-TX Module (RJ-45)	3C16828
Switch 4005 8-port 100BASE-FX Module (MT-RJ)	3C16829
Switch 4005 2-Port 1000BASE-T Module (RJ-45)	3C16841
Switch 4005 2-Port 1000BASE-SX Module (MT-RJ)	3C16842
Switch 4005 2-Port GBIC Module** (GBIC)	3C16843

\*\*GBIC ordered separately.

### Spare Components

Switch 4005 Chassis/Power Supply/Fan/Fabric/Management	3C16820
Switch 4005 300-Watt Power Supply	3C16822
Switch 4005 Fan Assembly	3C16823
Switch 4005 Fabric/Management Module	3C16824

### GBICs

3Com 1000BASE-SX GBIC	3CGBIC91
3Com 1000BASE-LX GBIC	3CGBIC92
3Com 1000BASE-LH70 GBIC	3CGBIC97

3Com Corporation, Corporate Headquarters, 350 Campus Drive, Marlborough, MA 01752-3064

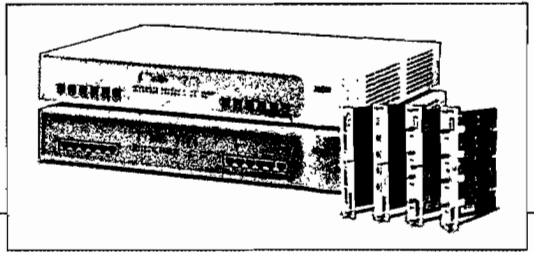
To learn more about 3Com solutions, visit [www.3com.com](http://www.3com.com). 3Com Corporation is publicly traded on NASDAQ under the symbol COMS.

Copyright © 2003 3Com Corporation. All rights reserved. 3Com is a registered trademark of 3Com Corporation. The 3Com logo is a trademark of 3Com Corporation. All other company and product names may be trademarks of their respective companies. While every effort is made to ensure the information given is accurate, 3Com does not accept liability for any errors or mistakes which may arise. All specifications and other information in this document is subject to change without notice.

400670-01 11/03







## DATA SHEET

# 3Com® SuperStack® 3 Switch 4900 and SuperStack 3 Switch 4900 SX

## Key Benefits

High-performance,  
affordable, copper  
and fiber Gigabit  
switching

### XRN Technology

3Com XRN™ (eXpandable Resilient Networking) technology allows implementation of high availability configurations using two interconnected 3Com® SuperStack® 3 Switch 4900s or Switch 4900 SXs, scaling the backbone to 24 wirespeed Gigabit Layer 3 switching ports.

### Performance

Wirespeed, non-blocking Gigabit Ethernet switching across all ports delivers maximum performance for heavily utilized networks. The use of XRN Technology intelligent forwarding can scale the performance of two units to 48 Gbps.

### Affordability

The SuperStack 3 Switch 4900 family of fixed configuration managed switches provides unmatched value and industry leading performance without compromise, enhanced further with the pay-as-you-grow capabilities of XRN technology.

### High Availability

Robust availability features include link aggregation, support for Rapid Spanning Tree, Redundant Power Supply system, and e-mail or pager status notification, ensuring maximum uptime for critical applications.

The 3Com SuperStack 3 Switch 4900 delivers high performance, feature-rich Gigabit Ethernet switching in a simple, affordable platform, making it an excellent solution for small-to-medium-size networks with growing bandwidth requirements. It's also perfect for large enterprises that require low cost yet high functionality Gigabit Ethernet switching across their data center and the server farm or wiring closet.

### Prioritize Business Critical Traffic

Advanced Class of Service support including support for four queues per port, 802.1p, and multilayer packet classification capabilities to allow prioritization of critical traffic.

### Layer 3 Switching

Layer 3 switching capabilities such as support for IP unicast routing using static routes, OSPF, RIP/RIPv2, CIDR, and UDP Helper, enhance performance, provide network control and security, and enable logical network segmentation.

### Advanced Security Capabilities

Security features such as RADIUS client support and Routed Access Control Lists ensure authorized user access to network resources.

### Powerful Management

3Com Network Supervisor application (trial copy included) with discovery, mapping, monitoring, and alerting for easy network administration. Intuitive interface speeds network-wide set-up of switch traffic prioritization.

### Limited Lifetime Warranty

Ensures peace of mind. Includes fans and power supplies. See [www.3com.com/warranty](http://www.3com.com/warranty) for details.

Both switches support 3Com Gigabit Multilayer Switching (GMS) software, offering advanced Layer 2 switching features such as traffic prioritization, VLANs, multicast filtering, and RMON, as well as Layer 3 switching features, including support for unicast IP routing supporting static routes, RIP/RIP2 and OSPF\* and Access Control Lists. Their Class of Service capabilities are ideal for key business applications, such as

\* With purchase of optional Advanced Feature License, 3C1770V40

multimedia, LAN telephony, database and inventory/purchase applications.

The twelve-port switch is available in two configurations, to support multi-mode fiber optic cabling or traditional

Category 5 cabling. Mix and match both fiber and copper Gigabit media, leveraging optional Gigabit switching modules for cost-effective performance in a simple, integrated platform.

## Specifications

### Connectors

3C17700: 12 auto-negotiating 100BASE-TX/ 1000BASE-T ports configured as Auto-MDIX (cross-over).

3C17702: 12 1000BASE-SX ports using MT-RJ connectors.

3C17710: Switch 4900 series expansion module supporting 4 1000BASE-SX ports using MT-RJ connectors

3C17711: Switch 4900 series expansion module supporting 4 x 1000BASE-T ports using RJ-45 connectors configured as Auto-MDIX

3C17712: Switch 4900 series expansion module supporting 4 x 1000BASE-LX ports using MT-RJ connectors

3C17714: Switch 4900 series expansion module supporting 4 x GBIC ports

### Dimensions

Height: 6.6 cm (2.6 in)  
Width: 44 cm (17.3 in)  
Depth: 37 cm (14.5 in)  
Weight: 6.5 kg (13 lb)

### Performance

23 million packets per second

### Reliability

MTBF @ 40°C: 326,000 hours

### Environmental Requirements

Operating temperature: 0° to 40°C (32° to 104°F)

Storage Temperature: -40° to +70°C (-40° to +158°F)

Operating Humidity: 10% to 90% relative humidity non-condensing

Standards: EN60068 (IEC68)

### Safety Agency Certifications

UL1950, EN60950, CSA22.2 No. 950, IEC 60950

### Emissions

EN55022 Class A, FCC Part 15 Subpart B Class A, ICES-003 Class A, VCCI Class A, AS/NZS 3548 Class A, CNS 13438 Class A

Immunity: EN55024

Heat Dissipation: 50 W maximum (168 BTU/hr maximum)

### Power Supply

AC Line Frequency 50/60 Hz  
Input Voltage Options 90-240 VAC  
Current Rating 4.5A maximum

### Switching

#### Features/Functionality

802.1D  
802.1Q VLAN Support  
IGMP Snooping  
Link Aggregation

### SNMP Standards

SNMP Protocol (RFC 1157)  
MIB-II (RFC 1213)  
Bridge MIB (RFC 1493)  
RMON MIB II (RFC2021)  
Remote Monitoring MIB (RFC 1757)  
Interface MIB (2233)  
MAU MIB (RFC 2668)

### Administration

UDP (RFC 768)  
IP (RFC 791)  
ICMP (RFC 792)  
TCP (RFC 793)  
ARP (RFC 826)  
TFTP (RFC 783)  
TELNET (RFC854)  
BOOTP/DHCP (RFC1542)  
HTTP (RFC2068)

### Routing Protocols

RFC 1058 RIP  
RFC 1519 CIDR  
RFC 1723 RIP v2  
RFC 2131 BootP/DHCP Relay  
RFC 2328 OSPF Version 2\*  
RFC 1850 OSPF Version 2 MIB\*

### Management

3Com Network Supervisor (trial copy provided on accompanying CD)

Web interface

Command line interface management  
SNMP compatibility

\* With purchase of optional Advanced Feature License

## Ordering Information

3Com SuperStack 3 Switch 4900	3C17700
3Com SuperStack 3 Switch 4900 SX	3C17702

### Optional Modules and Accessories

3Com XRN Interconnect Kit	3C17715
3Com 5m XRN Interconnect Cable	3C17722
3Com GMS v4.0 Advanced Feature License	3C1770V40
3Com SuperStack 3 Switch 4900 1000BASE-SX Module	3C17710
3Com SuperStack 3 Switch 4900 4-port 1000BASE-T Module	3C17711
3Com SuperStack 3 Switch 4900 4-port 1000BASE-LX module	3C17712
3Com SuperStack 3 Switch 4900 4-Port GBIC Module	3C17714

### Optional Modules and Accessories, continued

3Com 1000BASE-SX GBIC	3CGBIC91
3Com 1000BASE-LX GBIC	3CGBIC92
3Com 1000BASE-LH70 GBIC (up to 70km)	3CGBIC97
3Com SuperStack Advanced Redundant Power System Chassis	3C16071B
3Com SuperStack Advanced Redundant Power System Type 3 325W	3C16075

### Optional Network Management Packages

3Com Network Supervisor Advanced Package	3C15201
3Com Integration Kit for HP OpenView	3C15300

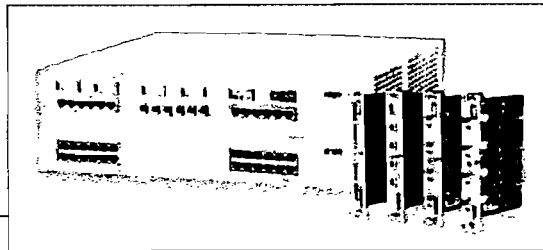
3Com Corporation, Corporate Headquarters, 350 Campus Drive, Marlborough MA 01752-3064.

To learn more about 3Com solutions, visit [www.3com.com](http://www.3com.com). 3Com Corporation is publicly traded on NASDAQ under the symbol COMS.

Copyright © 2003 3Com Corporation. All rights reserved. 3Com, the 3Com logo, and SuperStack are registered trademarks and XRN is a trademark of 3Com Corporation. All other company and product names may be trademarks of their respective companies. While every effort is made to ensure the given information is accurate, 3Com does not accept liability for any errors or mistakes which may arise. Specifications and other information in this document may be subject to change without notice.

400632-009 09/03





## DATA SHEET

# 3Com® SuperStack® 3 Switch 4924 and SuperStack 3 Switch 4950

## Key Benefits

### XRN Technology

3Com XRN™ (eXpandable Resilient Networking) technology allows implementation of high availability configurations using two interconnected 3Com® SuperStack® 3 Switch 4924s or Switch 4950s, scaling the backbone to 48 wirespeed Gigabit Layer 3 switching ports.

### Performance

3Com's custom ASIC architecture delivers 56 Gbps of multilayer switching capacity provides wire-speed performance across all ports, with a forwarding rate of more than 40 Mpps, minimizing network congestion. The use of XRN Technology intelligent forwarding can scale the performance of two units to 96 Gbps.

### Affordability

The SuperStack 3 Switch 4900 family of fixed configuration managed switches provides unmatched value and industry leading performance without compromise, enhanced further with the pay-as-you grow capabilities of XRN technology.

### Advanced Network Control

Advanced Layer 2 and Layer 3 functionality such as multicast filtering, virtual LANs, and multilayer traffic classification and prioritization improve traffic control across the network. Web traffic can also be automatically redirected to a 3Com SuperStack 3 Webcache device, improving web performance and easing network administration

### High Availability

Robust availability features include link aggregation, support for Rapid Spanning Tree, Redundant Power Supply system, and e-mail or pager status notification, ensuring maximum uptime for critical applications.

### Layer 3 Switching

Layer 3 switching capabilities such as support for IP unicast routing using static routes, OSPF, RIP/RIPv2, CIDR, and UDP Helper, enhance performance, provide network control and security, and enable logical network segmentation.

### Advanced Security Capabilities

Security features such as RADIUS client support and Routed Access Control Lists ensure authorized user access to network resources. Application Filtering enables the switch to identify and discard unauthorized applications from consuming network bandwidth.

### Powerful Management

3Com Network Supervisor (trial copy included) discovers, maps, monitors, and issues alerts for easy network administration. An intuitive interface eases network-wide setup of switch traffic prioritization.

### Lifetime Limited Warranty

Ensures peace of mind. Includes fans and power supplies. See [www.3com.com/warranty](http://www.3com.com/warranty) for details.

\* With purchase of optional Advanced Feature License, 3C1770V90

The SuperStack 3 Switch 4900 family offers a unique combination of performance, flexibility, and features, setting new standards for Gigabit Ethernet switching

Enjoy next-generation Gigabit switching performance in the data center or desktop with the SuperStack 3 Switch 4924 and Switch 4950. The SuperStack 3 Switch 4924 and Switch 4950 are based on a 3Com-developed advanced switching ASIC architecture, which delivers 56 Gbps switching performance for demanding enterprise applications. Each switch delivers non-blocking Layer 2 and Layer 3 Gigabit Ethernet switching across a maximum of 28 Gigabit ports, forwarding at speeds in excess of 41 Mpps with zero packet loss.

In addition, like the rest of the Superstack 3 Switch 4900 family, the Switch 4924 and Switch 4950 also provide an expansion slot designed to accommodate a diverse variety of Gigabit media using the Switch 4900 family expansion modules and 3Com GBICs.

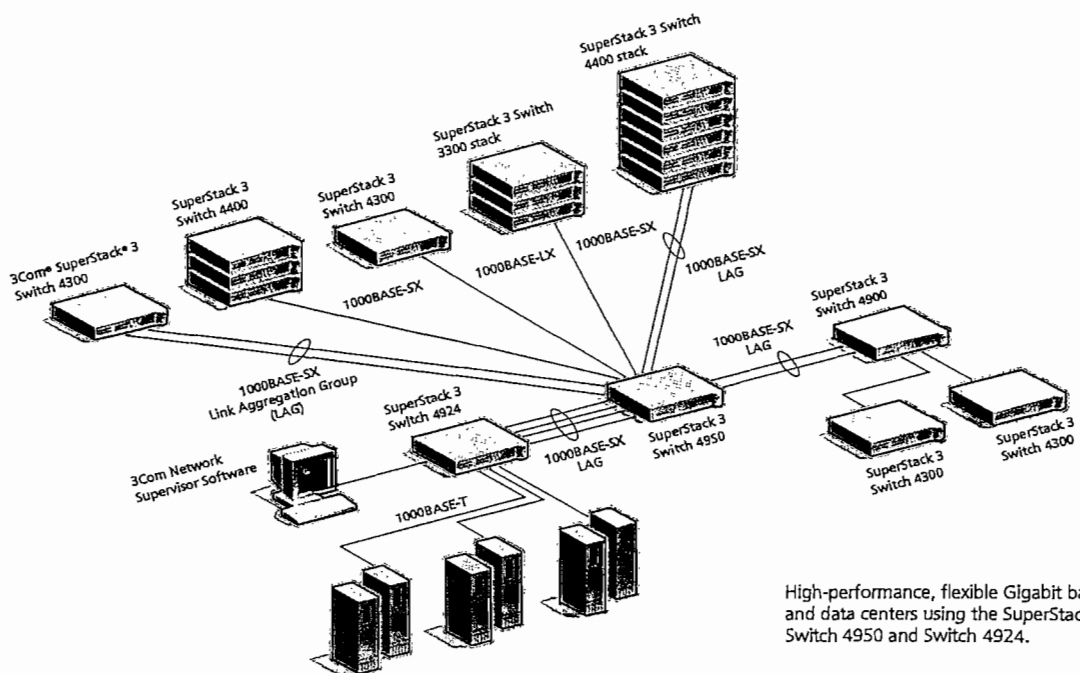
Part of the SuperStack 3 Switch 4900 family, both switches provide support for Layer 3 switching for IP networks, enabling a wide array of services,

such as unicast IP routing, UDP Helper, IP multinetting and Access Control Lists based on IP addresses that can be used to provide enhanced control and security across a Layer 3 switching implementation.

Ease configuration and management, through support for IP addressing using a DHCP client, RMON event notification via an integrated e-mail client, Rapid Spanning Tree support, Auto-MDIX and Smart Autosensing.

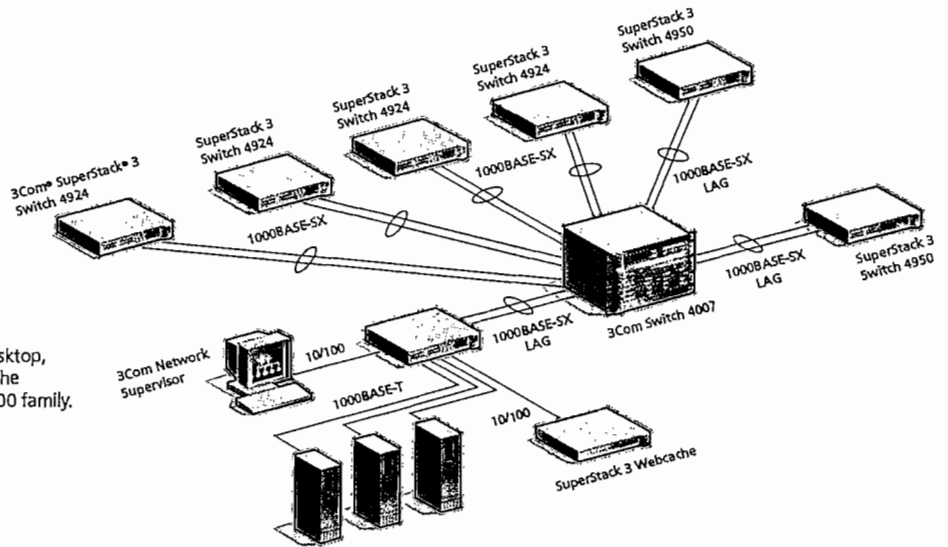
The SuperStack 3 Switch 4924 and Switch 4950 also supports transparent webcache redirection to the SuperStack 3 Webcache appliances, for more efficient use of Internet bandwidth and enhanced web performance.

Their unique combination of performance, flexibility, and features set new standards for Gigabit Ethernet switching, enabling you to alleviate performance bottlenecks across the infrastructure, and enjoy network control through rich Layer 2 and Layer 3 switching—without compromise.



High-performance, flexible Gigabit backbones and data centers using the SuperStack 3 Switch 4950 and Switch 4924.

Future proofing using end-to-end Gigabit connectivity from the backbone to the desktop, for bandwidth intensive networks, using the Switch 4007 and SuperStack 3 Switch 4900 family.



## Flexible, High-Performance Switching for the Data Center or Desktop

The 3Com SuperStack 3 Switch 4924 and SuperStack 3 Switch 4950 are flexible, high-performance switches that alleviate performance bottlenecks across enterprise networks.

The SuperStack 3 Switch 4924 provides 24 fixed 10/100/1000 Copper ports in a feature rich, compact and affordable switching platform—ideal for a large server farm, desktop power users, or for aggregating 10/100 switches like the SuperStack 3 Switch 4400 in enterprise wiring closets.

The SuperStack 3 Switch 4924 is also ideal for desktop connectivity for users of bandwidth intensive applications such as engineering and scientific modelling, architectural drafting and CAD/CAM applications. The 10/100/1000 auto-sensing ports in the SuperStack 3 Switch 4924 provide easy migration from 10/100 Ethernet to Gigabit speeds, at a competitive price. So it's easy to future proof your network and leverage your existing Category 5 copper cabling while enjoying a ten-fold boost in performance.

The SuperStack 3 Switch 4950 delivers 24 wire speed fixed Gigabit ports in combination of 10/100/1000, 1000BASE-SX and GBIC. The media flexibility offered by the integrated GBIC ports, allows you to deploy additional Gigabit media such as 1000BASE-SX, 1000BASE-LX and 1000BASE-LH70 in the same platform. This flexibility makes the Switch 4950 an ideal data center or wiring closet aggregator for enterprise networks.

Both switches support 3Com Gigabit Multilayer Switching (GMS) software, offering advanced Layer 2 switching features such as traffic prioritization, VLANs, multicast filtering, and RMON, as well as Layer 3 switching features, including support for unicast IP routing supporting static routes, RIP/RIP2 and OSPF\* and Access Control Lists. Their Class of Service capabilities are ideal for key business applications, such as multimedia, LAN telephony, database and inventory/purchase applications.

The SuperStack 3 Switch 4924 and Switch 4950 are part of 3Com's complete end-to-end Gigabit Ethernet solution set across all Gigabit media, delivering high performance at an affordable price.

\* With purchase of optional Advanced Feature License, 3C1770V40

## Specifications

All information in this section is relevant to both the SuperStack 3 Switch 4950 and Switch 4924 unless stated otherwise.

### 3Com SuperStack 3 Switch 4950 Connectors

12 autosensing 10/100/1000 ports, 6 fixed 1000BASE-SX ports (MT-RJ), 6 GBIC ports accommodating 1000BASE-SX, 1000BASE-LX GBICs or 1000BASE-LH70 GBICs

1 module slot accommodating Switch 4900 family expansion modules

Advanced Redundant Power System Type 3 connector

### 3Com SuperStack 3 Switch 4924 Connectors

24 fixed autosensing 10/100/1000 ports

1 module slot accommodating Switch 4900 family expansion modules

Advanced Redundant Power System Type 3 connector

### Dimensions

Height: 6.6 cm (2.6 in)

Width: 44 cm (17.3 in)

Depth: 41 cm (16.3 in)

Weight:

Switch 4924: 6.3 kg (13.9 lb)

Switch 4950: 6.7 kg (14.8 lb)

### Performance

41.6 million packets per second

### Reliability

MTBF @ 40°C: 326,000 hours

### Environmental Requirements

Operating temperature: 0° to 40°C (32° to 104°F)

Storage Temperature: -40° to +70°C (-40° to +158°F)

Operating Humidity: 10% to 90% relative humidity non-condensing

Standards: EN60068 (IEC68)

### Safety Agency Certifications

UL60950, EN60950, CSA22.2 No. 60950, IEC 60950

### Emissions

EN55022 Class A, FCC Part 15 Subpart B Class A, ICES-003 Class A, VCCI Class A, AS/NZS 3548 Class A, CNS 13438 Class A

Immunity: EN55024

### Heat Dissipation:

Switch 4924: 254 W maximum (870 BTU/hr maximum)

Switch 4950: 200 W maximum (683 BTU/hr maximum)

### Power Supply

AC Line Frequency 50/60 Hz

Input Voltage Options 90-240 VAC

Current Rating 4.5A maximum

### Switching

#### Features/Functionality

802.1D

802.1Q VLAN Support

IGMP Snooping

Link Aggregation

### SNMP Standards

SNMP Protocol (RFC 1157)

MIB-II (RFC 1213)

Bridge MIB (RFC 1493)

RMON MIB II (RFC2021)

Remote Monitoring MIB (RFC 1757)

Interface MIB (2233)

MAU MIB (RFC 2668)

### Administration

UDP (RFC 768)

IP (RFC 791)

ICMP (RFC 792)

TCP (RFC 793)

ARP (RFC 826)

TFTP (RFC 783)

TELNET (RFC854)

BOOTP/DHCP (RFC1542)

HTTP (RFC2068)

### Routing Protocols

RFC 1058 RIP

RFC 1519 CIDR

RFC 1723 RIP v2

RFC 2131 BootP/DHCP Relay

RFC 2328 OSPF Version 2\*

RFC 1850 OSPF Version 2 MIB\*

### Management

3Com Network Supervisor (trial copy provided on accompanying CD)

Web interface

Command line interface management

SNMP compatibility

\* With purchase of optional Advanced Feature License

## Ordering Information

3Com SuperStack 3 Switch 4924 3C17701

3Com SuperStack 3 Switch 4950 3C17706

### Optional Modules and Accessories

3Com XRN Interconnect Kit 3C17715

3Com 5m XRN Interconnect Cable 3C17722

3Com GMS v4.0 Advanced Feature License 3C1770V40

3Com SuperStack 3 Switch 4900 1000BASE-SX Module 3C17710

3Com SuperStack 3 Switch 4900 4-port 1000BASE-T Module 3C17711

3Com SuperStack 3 Switch 4900 4-port 1000BASE-LX module 3C17712

3Com SuperStack 3 Switch 4900 4-Port GBIC Module 3C17714

### Optional Modules and Accessories, continued

3Com 1000BASE-SX GBIC 3CGBIC91

3Com 1000BASE-LX GBIC 3CGBIC92

3Com 1000BASE-LH70 GBIC (up to 70km) 3CGBIC97

3Com SuperStack Advanced Redundant Power System Chassis 3C16071B

3Com SuperStack Advanced Redundant Power System Type 3 3Z5W 3C16075

### Optional Network Management Packages

3Com Network Supervisor Advanced Package 3C15201

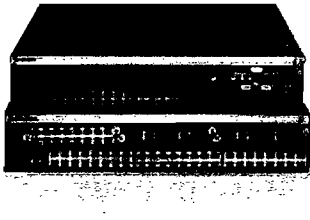
3Com Integration Kit for HP OpenView 3C15300

3Com Corporation, Corporate Headquarters, 350 Campus Drive, Marlborough MA 01752-3064.

To learn more about 3Com solutions, visit [www.3com.com](http://www.3com.com). 3Com Corporation is publicly traded on NASDAQ under the symbol COMS.

Copyright © 2003 3Com Corporation. All rights reserved. 3Com, the 3Com logo, and SuperStack are registered trademarks and XRN is a trademark of 3Com Corporation. All other company and product names may be trademarks of their respective companies. While every effort is made to ensure the information given is accurate, 3Com does not accept liability for any errors or mistakes which may arise. Specifications and other information in this document may be subject to change without notice. 400721-006 09/03





## Matrix™ E1 Workgroup Switches

- 24 fixed 10/100 ports with 1 modular expansion slot or 48 fixed 10/100 ports with 3 modular expansion slots. Expansion slots provide for copper or fiber Fast and Gigabit Ethernet
- Line-rate performance to support bandwidth-intensive applications; standards-based switching and routing support
- Superior Quality of Service (QoS) and industry-leading security

- **Mixed fixed-modular platform**
  - 24 fixed 10/100 ports with 1 expansion slot (WS-24)
  - 48 fixed 10/100 ports with 3 expansion slots (WS-48)
- **Line-rate performance**
  - 10 Gbps switching capacity; exceeds 6.5 Mpps switching and routing throughput (WS-24)
  - 24 Gbps switching capacity; exceeds 16 Mpps switching and routing throughput (WS-48)
- **Switching and routing support**
  - IEEE 802.1D Spanning Tree; IEEE 802.1w Rapid Reconfiguration Spanning Tree; IEEE 802.1Q VLANs
  - IPv4 Routing with RIP, OSPF and VRRP; IP Multicast with IGMP and DVMRP; Link Aggregation; Port Mirroring
- **Superior Quality of Service**
  - IEEE 802.1p with 4 hardware priority queues per port; Layer 2, 3, 4 traffic classification; hardware-based rate limiting; ToS rewrite support
- **Simplified management**
  - Industry-standard CLI or embedded web server; NetSight™ Atlas; RMON
  - SNMPv3, Telnet Access via SSHv2 encryption
- **Industry-leading security**
  - 802.1X and MAC-based authentication, MAC-based port locking and RADIUS
  - DoS prevention and enhanced ACLs support

### Multilayer, “Fixed-Modular” Switch for the Enterprise Edge

Ideal for networks that require high-performance, high-bandwidth connections and robust multilayer features, the Matrix E1 Workgroup Switches (WS) can handle the demanding requirements of bandwidth-intensive enterprise applications such as videoconferencing, distance learning, enterprise resource planning, and disaster recovery as well as simultaneous intranet and Internet connectivity—all at wire speed.

Whether you're upgrading the network infrastructure or expanding it at the edge, the Matrix E1 WS are ideally suited for the wiring closet or data center. Wire-speed performance and industry-leading features allow seamless integration into any small or medium business, or large enterprise network.

Matrix E1 WS include these configurations:

- Matrix E1 WS-24: 24-port 10/100 with one expansion slot
- Matrix E1 WS-48: 48-port 10/100 with three expansion slots

The expansion slots accept a variety of copper and fiber Fast and Gigabit Ethernet expansion modules. All features and functionality are supported on all ports, and any combination of expansion modules may be installed.

Matrix E1 WS perform Layer 2 – Layer 4 packet classification, providing control at the application, port and user levels. With this degree of traffic management, advanced services such as security and prioritization can be used to optimize the network.

Matrix E1 WS ship with full Layer 2 and Layer 3 switching capabilities without the additional licensing cost usually required for equivalent competitive solutions. This routing support enables Matrix E1 WS to improve overall network functionality, reliability, security and performance from the edge to the distribution/core of the network.

### Superior Security

With built-in security—authentication, encryption and preventive features—the Matrix E1 is set apart from its competition. From MAC address authentication and MAC port locking to RADIUS and IEEE 802.1X authentication support and Denial of Service prevention, the Matrix E1 allows networks to maintain their integrity by effectively filtering out unauthorized users and applications.

### Inherent Flexibility

The flexibility of a mixed fixed-modular platform allows you to match your network media preferences, whether they are fiber Fast Ethernet, high-density copper 10/100 or triple-speed 10/100/1000. The Matrix E1 WS also supports a variety of fiber Gigabit Ethernet expansion modules.

Flexibility also means having the physical resiliency of dual integrated power supplies, as well as the virtual resiliency of standards-based switching and routing failover firmware features such as Spanning Tree (802.1D), Rapid Reconfiguration Spanning Tree (802.1w) and Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP).



## Specifications

### Technical Specifications

---

#### Switching Mode

Store and forward

#### Switching Bandwidth

24 Cbps (Matrix E1 WS-48); 10 Gbps (Matrix E1 WS-24)

#### Routing Throughput

16 Mpps (Matrix E1 WS-48); 6.5 Mpps (Matrix E1 WS-24)

#### MAC Address Capacity

64,000

#### VLAN Capacity

4,094

#### Flash Memory

8 MB

#### DRAM

64 MB

#### Power System

AC Input Power (auto-sensing)

85 VAC – 264 VAC

Redundant power supplies

#### Heat Dissipation

173 BTU/hr maximum (Matrix E1 WS-48)

157 BTU/hr maximum (Matrix E1 WS-24)

#### ACVA Rating

54 ACVA maximum (Matrix E1 WS-48)

50 ACVA maximum (Matrix E1 WS-24)

#### System LED Indicators

Power Supply Status

CPU Status

Port Status (link and activity)

#### System MTBF

>121,000 hours predicted

#### Media Type Supported

Base System

1H582-51: 48 10/100 RJ45 ports, 3 expansion slots

1H582-25: 24 10/100 RJ45 ports, 1 expansion slot

### Expansion Modules

1H-8FX: 8 100Base-FX MTRJ ports

1H-16TX: 16 10/100 RJ45 ports

1G-2TX: 2 10/100/1000 RJ45 ports

1G-2GBIC: 2 GBIC slots

1G-2MGBIC: 2 Mini-GBIC slots

### Management Access

In band: SNMP, HTTP, Telnet, SSH

Out of band: Serial RS-232 COM port

### Physical Specifications

---

#### Dimensions

8.9 cm (3.5") H x 44.45 cm (17.5") W x 43.9 cm (17.3") D

#### Rack Unit Height

2

#### Weight

8.75 kg (19.23 lb)

### Environmental Specifications

---

#### Operating Temperature

5° C to +40° C (41° F to 104° F)

#### Non-Operating Temperature

-30° C to 73° C (-22° F to 164° F)

#### Operating Humidity

5% to 90% RH, non-condensing

### Agency and Standards Specifications

---

#### Safety

UL 60950, CSA 60950, EN 60950, EN 60825 and IEC 60950

#### Electromagnetic Compatibility

47 CFR Parts 2 and 15, CSA C108.8, EN 555022, EN 55024, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, AS/NZS CISPR 22, and VCCI V-3

#### IEEE Standards

IEEE 802.3

IEEE 802.1D

IEEE 802.1p

IEEE 802.1Q

IEEE 802.1w

IEEE 802.1X



## Ordering Information

1H582-51

Matrix E1 Workgroup Switch with 48 10/100 RJ45 ports and three expansion slots

1H582-25

Matrix E1 Workgroup Switch with 24 10/100 RJ45 ports and one expansion slot Expansion Modules

1H-8FX

Expansion module with 8 100FX MMF MTRJ ports for the Matrix E1 WS/GWS

1H-16TX

Expansion module with 16 10/100 RJ45 ports for the Matrix E1 WS/GWS

1G-2TX

Expansion module with 2 10/100/1000 RJ45 ports for the Matrix E1 WS/GWS

1G-2GBIC

Expansion module with 2 GBIC slots for the Matrix E1 WS/GWS

1G-2MGBIC

Expansion module with 2 Mini-GBIC slots for the Matrix E1 WS/GWS

### GBIC/MGBIC Modules

---

GPIM-01

Gigabit Ethernet port interface module with one 1000Base-SX SC port

GPIM-02

Gigabit Ethernet port interface module with one 1000Base-TX RJ45 port

GPIM-08

Gigabit Ethernet port interface module with one 1000Base-SX SC port

GPIM-09

Gigabit Ethernet port interface module with one 1000Base-LX SC port

MGBIC-LC01

Mini-Gigabit Ethernet port interface card with one 1000Base-SX port via LC connector

MGBIC-LC09

Mini-Gigabit Ethernet port interface card with one 1000Base-LX port via LC connector

MGBIC-MT01

Mini-Gigabit Ethernet port interface card with one 1000Base-SX port via MT-RJ connector

#### Notes:

1. Expansion slots accept any combination of expansion modules.
2. Only the expansion modules listed in this data sheet are supported by Matrix E1 switches.
3. All ports, including all expansion ports, support all Matrix E1 firmware features, including Layer 3 routing.

## Warranty

---

As a customer-centric company, Enterasys is committed to providing the best possible workmanship and design in our product set. In the event that one of our products fails due to a defect in one of these factors, we have developed a comprehensive warranty that protects you and provides a simple way to get your products repaired as soon as possible.

## Service and Support

---

Enterasys understands that superior service and support is a critical component of *Networks that Know*.™ The Enterasys **SupportNet Portfolio**—a suite of innovative and flexible service and support offerings—completes the Enterasys solution. SupportNet offers all the post-implementation support services you need—online, onsite or over the phone—to maintain your network availability and performance.

## Additional Information

---

For additional information on the Matrix visit [enterasys.com/products/switching](http://enterasys.com/products/switching)

## Contact Information

---

Contact Enterasys Sales at **877-801-7082** or [enterasys.com/corporate/contact/contact-sales.html](http://enterasys.com/corporate/contact/contact-sales.html)

Enterasys Networks  
Corporate Headquarters  
50 Minuteman Road  
Andover, MA 01810  
U.S.A

Matrix, nTera and NetSight are trademarks or registered trademarks of Enterasys Networks. All other products or services mentioned are identified by the trademarks or service marks of their respective companies or organizations. NOTE: Enterasys Networks reserves the right to change specifications without notice. Please contact your representative to confirm current specifications.

All contents are copyright © 2004 Enterasys Networks, Inc. All rights reserved.

Lit. #9012863-9 4/04

Page 4 of 4 • Data Sheet



- Performance, security and value for the enterprise
- Quality of Service for converged applications
- Stackable—scales up to 8 units and 192 10/100 ports



## Enterasys Matrix V2 Workgroup Switch

### Next-Generation Switching Architecture

Ideally suited for Small-to-Medium Enterprise (SME) networks, the Matrix V2 delivers the perfect combination of features, performance and functionality—all at an affordable price. With inherent stackable capabilities plus support for multiple uplink technologies, the Matrix V2 is one of the most flexible and scalable switches on the market. Key next-generation features include Layer 2 switching services, Layer 2/3/4 classification and rate limiting, 802.1w (Rapid Reconvergence), 802.3ad (Link Aggregation) and optional power redundancy. This robust feature set will support the deployment of VoIP and real-time video and data-intensive applications such as CRM, SCM and ERP. You simply won't find this kind of high-end, high-availability performance in any other value-priced switch.

### Modularity and Scalability

Offered in two models (V2H124-24 and V2H124-24T), the Matrix V2 supports 24 ports of 10/100Base-TX with two expansion slots for either uplink connections and/or stacking modules. The expansion slots are technology independent and support 100Base-FX multimode and single mode fiber, 10/100/1000Base-TX with RJ45, and a combination Gigabit Ethernet module that supports either 10/100/1000Base-TX or 1000Base-SX/LX via Mini GBICs. The stacking module, V2STACK, provides support for up to eight Matrix switches for a total of 192 ports of 10/100Base-TX. Stacking is provided via "daisy chain" or "pile" stacking and supports 2 Gbps of interconnect bandwidth capacity. The V2STACK also ships with two interconnect cables, 30 cm and 60 cm. The wire-speed performance of the Matrix V2, along with support for Ethernet and Gigabit Ethernet connectivity, makes it a perfect

solution for desktop, server farm aggregation and shared access environments within the SME market.

### Easy to Deploy, Advanced Features

The plug-and-play simplicity and advanced features of the Matrix V2 bring a high level of intelligence to the network edge. The Matrix V2 can be managed via an industry-standard command line interface, embedded web server, or SNMP, Telnet, or serial connections. The Matrix V2's advanced Quality of Service (QoS) capabilities make the deployment of converged applications a reality for SME networks through the support of features like IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, TOS/DSCP rewrite and Weighted Fair Queuing that help enable the secure, reliable transmission of integrated voice/video/data. Equally important to converged networks is traffic classification, which the Matrix V2 performs at Layer 2/3/4. The Matrix V2 supports both ingress and egress rate limiting. For Fast Ethernet ports, the rate limit can be set from 1 MB to 100 MB in 1 MB intervals; for Gigabit Ethernet ports, the rate limit can be set from 1 MB to 1000 MB in 8 MB intervals.

### Extensive Security

Security is vital to all networks, especially within the SME market. With the Matrix V2, the network is protected at the first point of entry (user access) via IEEE 802.1X and MAC Port Locking. Additional network and host security features include support for Access Control Lists, as well as SSH, SSL and RADIUS.

The Matrix V2 will be an important component to SME customers as they look to leverage new technology to stay competitive, increase productivity and secure intellectual property. The Matrix V2 delivers all of this at a surprisingly affordable price.

### Comprehensive switching features

- 8,000 MAC addresses
- IEEE 802.1p (4 priority queues), IEEE 802.1Q tagging VLAN (255 supported), IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree, IEEE 802.3x Flow Control, IEEE 802.1D Spanning Tree protocol, Link Aggregation (802.3ad)
- IGMP (v1/v2) Snooping
- Port Mirroring

### Quality of Service capabilities

- L2/L3/L4 traffic classification
- Weighted Fair Queuing
- Ingress/Egress Rate Limiting

### Flexible management options

- Command Line Interface (CLI)
- Console interface
- SNMP v1/v2
- RMON (group 1,2,3 and 9)
- Web-based management
- BOOTP and DHCP client
- Dual firmware images
- Configuration file upload/download by TFTP
- Multiple configuration files

### Integrated security features

- 802.1X port security
- RADIUS
- SSL
- Access Control Lists (ACLs)

**ENTERASYS**  
NETWORKS™

## SPECIFICATIONS

### TECHNICAL SPECIFICATIONS

**Switching Bandwidth**

8.8 Gbps

**Forwarding Throughput**

6.6 Mpps

**MAC Address Capacity**

8,000

**VLAN Capacity**

255

**Flash Memory**

8 MB

**DRAM**

32 MB

**Power System**

AC Input Power (auto-sensing): 24 W

Optional Redundant Power Supply

**Heat Dissipation**

82 BTU/HR

### PHYSICAL SPECIFICATIONS

**Dimensions**

44 cm (17.37") x 32.4 cm (12.76") x 4.3 cm (1.7")

**Weight**

4.22 kg (9.3 lbs)

**Rack Mounting**

19" rack mountable metal enclosure

1 U high

**Power Requirements**

Nominal Input Voltages: 100V - 240V

Input Frequency: 47 Hz to 63 Hz

**Safety**

CSA/NRTL (UL1950, CSA 22.2.950)

TUV/GS (EN60950)

**Electromagnetic Compatibility**

CE mark

EN55022 (1997) Class A

EN55024 (1998)

EN61000-4-2/3/4/5/6/11

EN61000-2-2 Class A

EN61000-2-3

FCC Class A

VCCI Class A

CISPR Class A

**MIB/Trap Support**

RFC1213 MIB-2

RFC2863 Interface MIB

RFC2665 Ether-Like MIB

RFC1493 Bridge MIB

RFC2674 Extended Bridge MIB (P-bridge, Q-bridge)

RFC2819 RMON MIB (groups 1,2,3,9 only)

RFC2737 Entity MIB

RFC2618 RADIUS MIB

RFC1215 Traps

RFC1493 Traps

### ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

**Temperature**

IEC 68-2-14

Standard Operating: 0° C to 50° C (32° F to 122° F)

Non-Operating: -40° C to 70° C (40° F to 158° F)

**Humidity**

10% to 90% (Non-condensing)

**Vibration**

IEC 68-2-36, IEC 68-2-6

**Shock**

IEC 68-2-29

**Drop**

IEC 68-2-32

**MTBF (predicted)**

52,984 hours

## ORDERING INFORMATION

V2H124-24	Base system, 24-port managed switch with no uplinks
V2H124-24T	Base system with 24 10/100 ports and two V2G121-1
V2G121-1	1-port RJ45 1000Base-T uplink
V2G112-2	Combo Gigabit Ethernet uplink module; one RJ45 or MGBIC port
V2H151-1M	1-port 100-FX MMF
V2H151-1S	1-port 100-FX SMF
V2STACK	Stacking module with stacking cable (future Q4/03 release)
VSER-RPU-SYS	Redundant power box; powers up to four V2s (future Oct. 03)

### MGBIC Modules

MGBIC-LC01	Mini-Gigabit Ethernet port interface card (Mini-GBIC), 1000Base-SX MMF, LC connector
MGBIC-08	Long-haul Mini-Gigabit Ethernet port interface card (Mini-GBIC), 1000Base-LX/LH (70Km) SMF, LC connector
MGBIC-LC09	Mini-Gigabit Ethernet port interface card (Mini-GBIC), 1000Base-SX/LX MMF/SMF, LC connector
MGBIC-MT01	Mini-Gigabit Ethernet port interface card (Mini-GBIC), 1000Base-SX MMF, MTRJ connector

## WARRANTY

As a customer-centric company, Enterasys is committed to providing the best possible workmanship and design in our product set. Enterasys offers a limited lifetime warranty on the Matrix V2 hardware. All hardware is warranted to the original user for the life of the product. In the event of failure, the product will be repaired or replaced at Enterasys' discretion subject to our standard terms and conditions of warranty repair. Please refer to the Enterasys website for full warranty details.

## SERVICE AND SUPPORT

Enterasys Networks understands that superior service and support is a critical component for your *Business-Driven Network*. The Enterasys **SupportNet Portfolio**—a suite of innovative and flexible service and support offerings—completes the Enterasys *Business-Driven Network* solution. SupportNet offers all the post-implementation support services you need—online, onsite or over the phone—to maintain your network availability and performance.

## ADDITIONAL INFORMATION

For additional information on the Matrix V2 and other Matrix switching products, please visit the web at [enterasys.com/products/switching/](http://enterasys.com/products/switching/)

## CONTACT INFORMATION

Contact Enterasys Sales at **978-684-1000** or [enterasys.com/corporate/contact/contact-sales.html](http://enterasys.com/corporate/contact/contact-sales.html)

Enterasys Networks  
50 Minuteman Road  
Andover, MA 01810  
USA

[enterasys.com](http://enterasys.com)

Matrix is a trademark or registered trademark of Enterasys Networks. All other products or services mentioned are identified by the trademarks or servicemarks of their respective companies or organizations. NOTE: Enterasys Networks reserves the right to change specifications without notice. Please contact your representative to confirm current specifications.

All contents are copyright © 2003 Enterasys Networks, Inc. All rights reserved.  
Lit. #9013296-2 11/03

**ENTERASYS**  
**NETWORKS™**

# Cisco Catalyst 2950 Series Switches with Standard Image Software

## Product Overview

The Cisco® Catalyst® 2950SX-48, 2950T-48, 2950SX-24, 2950-24, and 2950-12 switches, members of the Cisco Catalyst 2950 Series, are standalone, fixed-configuration, managed 10/100-Mbps switches providing basic workgroup connectivity for small to midsize networks. These wire-speed desktop switches come with Standard Image software features and offer Cisco IOS® Software functions for basic data, voice, and video services at the edge of the network. Embedded in all Cisco Catalyst 2950 Series switches is the Cisco Cluster Management Suite (CMS) software, which allows users to simultaneously configure and troubleshoot multiple Cisco Catalyst desktop switches using a standard Web browser. In addition, with the newly launched Cisco Express Setup, users now have the option to set up the switch through a Web browser, eliminating the need for more complex terminal emulation programs and knowledge of the command-line interface (CLI). Cisco Express Setup reduces the cost of deployment by enabling less-skilled personnel to set up switches quickly. This product line offers two distinct sets of software features and a range of configurations to allow small, midsize, and enterprise branch offices to select the right combination for the network edge. For networks that require additional security, advanced quality of service (QoS), and high availability, Enhanced Image software delivers intelligent services such as rate limiting and security filtering for deployment at the network edge.

The Cisco Catalyst 2950SX-48, 2950T-48, 2950SX-24, 2950-12 and 2950-24 switches (Figures 1–5) are available only with the Standard Image (SI) software for the Cisco Catalyst 2950 Series.

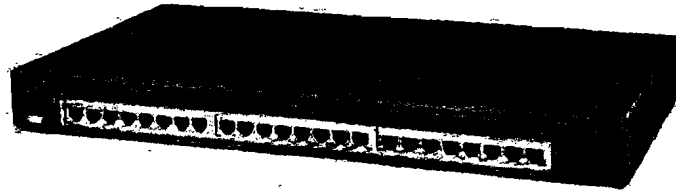
- Cisco Catalyst 2950SX-48 Switch—48 10/100-Mbps ports with two fixed 1000BASE-SX uplinks
- Cisco Catalyst 2950T-48 Switch—48 10/100-Mbps ports with two fixed 10/100/1000BASE-T uplinks
- Cisco Catalyst 2950SX-24 Switch—24 10/100-Mbps ports with two fixed 1000BASE-SX uplinks
- Cisco Catalyst 2950-24 Switch— 24 10/100-Mbps ports
- Cisco Catalyst 2950-12 Switch—12 10/100-Mbps ports



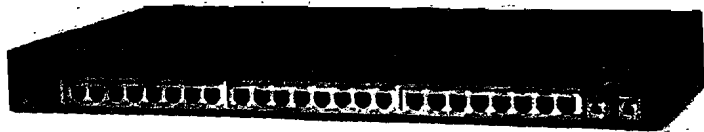
**Figure 1**  
Cisco Catalyst 2950-12 Switch



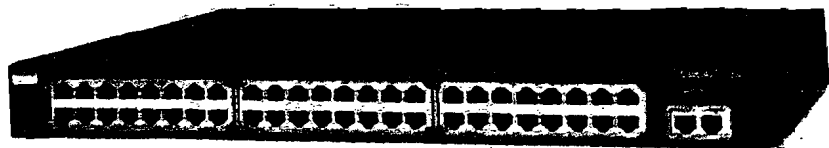
**Figure 2**  
Cisco Catalyst 2950-24 Switch



**Figure 3**  
Cisco Catalyst 2950SX-24 Switch



**Figure 4**  
Cisco Catalyst 2950T-48 Switch



**Figure 5**  
Cisco Catalyst 2950SX-48 Switch





These switches provide customers with many connectivity and port-density options. The Cisco Catalyst 2950-12 and Cisco Catalyst 2950-24 switches provide 12 and 24 10/100-Mbps ports, respectively, for edge connectivity. Depending on port-density requirements, customers with gigabit fiber uplink connectivity needs can choose between the Cisco Catalyst 2950SX-24 Switch, which provides 24 10/100-Mbps ports and 2 integrated 1000BASE-SX ports, and the Cisco Catalyst 2950SX-48 Switch, which provides 48 10/100-Mbps ports and 2 integrated 1000BASE-SX ports.

With these integrated ports, customers get an extremely cost-effective solution for delivering gigabit speeds using fiber. These switches are ideal for education and government segments where fiber uplinks are required. For customers that do not need fiber connectivity, the Cisco Catalyst 2950T-48 Switch with 48 10/100-Mbps ports and two integrated 10/100/1000 BASE-T ports is a cost-effective alternative. The 10/100/1000 BASE-T ports can be used for server connectivity or for uplink connectivity to distribution or other switches. Dual ports also provide redundancy and increased availability, as well as provide a cost-effective means for cascading switches and managing them as a cluster. The Cisco Catalyst 2950 Series Intelligent Ethernet switches with Enhanced Image software are fixed-configuration models that bring intelligent services, such as advanced QoS, enhanced security, and high availability to the network edge while maintaining the simplicity of traditional LAN switching. Combining a Cisco Catalyst 2950 Series Intelligent Ethernet Switch with a Cisco Catalyst 3550 Series Switch enables IP routing from the edge to the core of the network. Refer to the Cisco Catalyst 2950 Series Enhanced Image Data Sheet for more information:

[http://www.cisco.com/en/US/partner/products/hw/switches/ps628/products\\_data\\_sheet09186a00801a0c5b.html](http://www.cisco.com/en/US/partner/products/hw/switches/ps628/products_data_sheet09186a00801a0c5b.html)

### **Network Availability with Wire-Speed Performance in Connecting End Stations to the LAN**

With a switching fabric of 13.6 Gbps and a maximum forwarding bandwidth of 13.6 Gbps, Cisco Catalyst 2950 Series switches deliver wire-speed performance on all ports in connecting end stations and users to the company LAN. Cisco Catalyst 2950 Series switches with basic services support performance-boosting features such as Cisco Fast EtherChannel® to provide high-performance bandwidth between Cisco Catalyst switches, routers, and servers.

### **Network Security**

Cisco Catalyst 2950 Series switches offer enhanced data security through a wide range of security features. These features allow customers to provide network security based on users or MAC addresses. The security enhancements are available free by downloading the latest software for the Cisco Catalyst 2950 Series switches.

Private VLAN Edge isolates ports on a switch, ensuring that traffic travels directly from the entry point to the aggregation device through a virtual path and cannot be directed to another port. In addition, for authentication of users with a TACACS+ or a RADIUS server, 802.1x provides port-level security. Simple Network Management Protocol Version 3 (SNMPv3) (non-crypto) monitors and controls network devices as well as manages configurations, performance, collection of statistics, and security.

With the Cisco Catalyst 2950SX-48, 2950T-48, 2950SX-24, 2950-24, and 2950-12 switches, network managers can make ports and consoles highly secure. MAC-address-based port-level security prevents unauthorized stations from accessing the switch. Multilevel access security on the switch console and the Web management interface prevents unauthorized users from accessing or altering switch configurations and can be implemented using an internal user database on each switch or a centrally administered TACACS+ or RADIUS server. Using 802.1x in conjunction with





a RADIUS server allows dynamic port-based user authentication. In addition, 802.1x can coexist with port security on a per-port basis. Security features can be deployed using Cisco CMS software security wizards, which ease the deployment of security features that restrict user access to a server or portion of the network or restrict the applications used in certain areas of the network.

### **Network Control**

Cisco Catalyst 2950SX-48, 2950T-48, 2950SX-24, 2950-24, and 2950-12 switches deliver LAN-edge QoS, supporting two modes of reclassification. One mode—based on the IEEE 802.1p standard—honors the class-of-service (CoS) value at the ingress point and assigns the packet to the appropriate queue. In the second mode, packets can be reclassified based on a default CoS value assigned to the ingress port by the network administrator. In the case of frames that arrive without a CoS value (such as untagged frames), these Cisco Catalyst 2950 Series switches support classification based on a default CoS value per port assigned by the network administrator. After the frames have been classified or reclassified using one of the above modes, they are assigned to the appropriate queue at the egress. Cisco Catalyst 2950 Series switches support four egress queues, which allow the network administrator to be more discriminating and granular in assigning priorities for the various applications on the LAN. Strict Priority Scheduling configuration ensures that time-sensitive applications, such as voice, always follow an expedited path through the switch fabric. Weighted Round Robin (WRR) scheduling, another significant enhancement, ensures that lower-priority traffic receives attention without comprising the priority settings administered by a network manager. These features allow network administrators to prioritize mission-critical, time-sensitive traffic, such as voice (IP telephony traffic), enterprise resource planning (Oracle, SAP, etc.), and computer-assisted design and manufacturing, over less time-sensitive applications such as FTP or e-mail (Simple Mail Transfer Protocol).

### **Network Availability**

To provide efficient use of resources for bandwidth-hungry applications like multicasts, Cisco Catalyst 2950 Series switches support Internet Group Management Protocol Version 3 (IGMPv3) snooping in hardware. Through the support and configuration of IGMP snooping through the Cisco CMS software, these Cisco Catalyst 2950 Series switches deliver outstanding performance and ease of use in administering and managing multicast applications on the LAN.

The IGMPv3 snooping feature allows the switch to “listen in” on the IGMP conversation between hosts and routers. When a switch hears an IGMP join request from a host for a given multicast group, the switch adds the host’s port number to the group destination address list for that group. And when the switch hears an IGMP leave request, it removes the host’s port from the content-addressable memory (CAM) table entry.

Multicast VLAN Registration (MVR) is designed for applications using wide-scale deployment of multicast traffic across an Ethernet ring-based service provider network (for example, the broadcast of multiple television channels over a service-provider network). MVR allows a subscriber on a port to subscribe and unsubscribe to a multicast stream on the networkwide multicast VLAN.

Per VLAN Spanning Tree Plus (PVST+) allows users to implement redundant uplinks while also distributing traffic loads across multiple links. This is not possible with standard Spanning Tree Protocol implementations. Cisco UplinkFast technology ensures immediate transfer to the secondary uplink, much better than the traditional 30- to 60-second convergence time. This is yet another enhancement of the Spanning Tree Protocol implementation. An



additional feature that enhances performance is voice VLAN. This feature allows network administrators to assign voice traffic to a VLAN dedicated to IP telephony, thereby simplifying phone installations and providing easier network traffic administration and troubleshooting.

### **Network Management**

Cisco Cluster Management Suite (CMS) is Web software that is embedded in Cisco Catalyst 3750, 3550, 2970, 2950, 2940, 3500 XL, 2900 XL, and 2900 LRE XL series switches. Through Cisco switch-clustering technology, users access Cisco CMS software with any standard Web browser to manage up to 16 of these switches at once, regardless of their geographic proximity—with the option of using a single IP address for the entire cluster if desired. Cisco CMS software supports standards-based connectivity options such as Ethernet, Fast Ethernet, Fast EtherChannel, Gigabit Ethernet, and Gigabit EtherChannel connectivity. Because Cisco switch-clustering technology is not limited to a single stack of switches, Cisco CMS software expands the traditional cluster domain beyond a single wiring closet and saves time and effort for network administrators.

Cisco Catalyst 2950 Series switches can be configured either as command or member switches in a Cisco switch cluster. Cisco CMS also allows the network administrator to designate a standby or redundant command switch, which takes the command duties should the primary command switch fail. Other key features include the ability to configure multiple ports and switches simultaneously, as well as perform software updates across the entire cluster at once, and clone configurations to other clustered switches for rapid network deployment. Bandwidth graphs and link reports provide useful diagnostic information, and the topology map gives network administrators a quick view of network status.

In addition to CMS, Cisco Catalyst 2950 Series switches provide extensive management tools using SNMP network management platforms such as CiscoWorks.

Cisco Catalyst 2950 Series switches deliver a comprehensive set of management tools to provide the required visibility and control in the network. Managed with CiscoWorks, Cisco Catalyst family switches can be configured and managed to deliver end-to-end device, VLAN, traffic, and policy management. Coupled with CiscoWorks, Cisco Resource Manager Essentials, a Web-based management tool, offers automated inventory collection, software deployment, easy tracking of network changes, views into device availability, and quick isolation of error conditions.

Cisco Express Setup is a new feature that simplifies initial configuration of a switch. Users now have the option to set up the switch using a Web browser, eliminating the need for more complex terminal emulation programs and knowledge of CLI. Cisco Express Setup reduces the cost of deployment by enabling less-skilled personnel to set up switches quickly and simply.



## Product Features and Benefits

Feature	Benefit
<b>Availability</b>	
<b>Superior redundancy for fault backup</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol support for redundant backbone connections and loop-free networks simplifies network configuration and improves fault tolerance.</li><li>• Support for Cisco Spanning Tree Protocol enhancements such as UplinkFast, BackboneFast, and PortFast technologies ensures quick failover recovery and enhances overall network stability and availability.</li><li>• Support for an optional 675W redundant Cisco AC power system provides a backup power source for as many as four units or six units, respectively, for improved fault tolerance and network uptime.</li><li>• Unidirectional link detection (UDLD) and aggressive UDLD detect and disable unidirectional links on fiber-optic interfaces caused by incorrect fiber-optic wiring or port faults.</li></ul>
<b>Integrated Cisco IOS Software features for bandwidth optimization</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bandwidth aggregation through Cisco EtherChannel technology enhances fault tolerance and offers higher-speed aggregated bandwidth between switches to routers and individual servers. Port Aggregation Protocol (PagP) is available to simplify configuration.</li><li>• VLAN1 minimization allows VLAN1 to be disabled on any individual VLAN trunk link.</li><li>• Per-port broadcast, multicast, and unicast storm control prevents faulty end stations from degrading overall system performance.</li><li>• Per VLAN Spanning Tree Plus (PVST+) allows for Layer 2 load sharing on redundant links to efficiently use the extra capacity inherent in a redundant design.</li><li>• VLAN Trunking Protocol (VTP) pruning limits bandwidth consumption on VTP trunks by flooding broadcast traffic only on trunk links required to reach the destination devices. Dynamic Trunking Protocol (DTP) enables dynamic trunk configuration across all ports in the switch.</li><li>• IGMPv3 snooping provides for fast client joins and leaves of multicast streams and limits bandwidth-intensive video traffic to the requestors. MVR, IGMP filtering, and fast-join and immediate leave are available as enhancements.</li></ul>



Feature	Benefit
<b>Security</b>	
<b>Networkwide security features</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• A private VLAN edge provides security and isolation between ports on a switch, ensuring that voice traffic travels directly from its entry point to the aggregation device through a virtual path and cannot be directed to a different port.</li><li>• Support for the 802.1x standard allows users to be authenticated regardless of which LAN ports they are accessing, and it provides unique benefits to customers who have a large base of mobile (wireless) users accessing the network.</li><li>• 802.1x with voice VLAN permits an IP phone access to the voice VLAN regardless of the authorized or unauthorized state of the port.</li><li>• 802.1x with Port Security authenticates the port and manages network access for all MAC addresses, including that of the client.</li><li>• Port Security secures the access to a port based on the MAC address of a user's device. The aging feature removes the MAC address from the switch after a specific time to allow another device to connect to the same port.</li><li>• MAC Address Notification allows administrators to be notified of new users added or removed from the network.</li><li>• Multilevel security on console access prevents unauthorized users from altering the switch configuration.</li><li>• Trusted Boundary provides the ability to trust the QoS priority settings if an IP phone is present and disable the trust setting in the event that the IP phone is removed, thereby preventing a rogue user from overriding prioritization policies in the network.</li><li>• TACACS+ and RADIUS authentication enables centralized control of the switch and restricts unauthorized users from altering the configuration.</li><li>• SNMPv3 (non-crypto) monitors and controls network devices, manages configurations, statistics collection, performance, and security.</li><li>• Cisco CMS software security wizards ease the deployment of security features for restricting user access to a server, a portion of the network, or access to the network.</li></ul>
<b>Quality of Service</b>	
<b>Layer 2 QoS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Support for reclassifying frames is based either on 802.1p class-of-service (CoS) value or default CoS value per port assigned by network manager.</li><li>• Four queues per egress port are supported in hardware.</li><li>• The Weighted Round Robin (WRR) scheduling algorithm ensures that low-priority queues are not starved.</li><li>• Strict priority queue configuration via Strict Priority Scheduling ensures that time-sensitive applications such as voice always follow an expedited path through the switch fabric.</li></ul>



Feature	Benefit
<b>Management</b>	
<b>Superior manageability</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• SNMP and Telnet interface support delivers comprehensive in-band management, and a CLI management console provides detailed out-of-band management.</li><li>• An embedded Remote Monitoring (RMON) software agent supports four RMON groups (history, statistics, alarms, and events) for enhanced traffic management, monitoring, and analysis.</li><li>• A Switched Port Analyzer (SPAN) port can mirror traffic from one or many ports to another port for monitoring all nine RMON groups with an RMON probe or network analyzer.</li><li>• Trivial File Transfer Protocol (TFTP) reduces the cost of administering software upgrades by downloading from a centralized location.</li><li>• Network Timing Protocol (NTP) provides an accurate and consistent timestamp to all switches within the intranet.</li><li>• Layer 2 traceroute eases troubleshooting by identifying the physical path that a packet takes from the source device to a destination device.</li><li>• Multifunction LEDs per port for port status, half-duplex/full-duplex, 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T indication, as well as switch-level status LEDs for system, redundant power supply, and bandwidth utilization provide a comprehensive and convenient visual management system.</li><li>• Crash information support enables a switch to generate a crash file for improved troubleshooting.</li><li>• Show-interface-capabilities provide information about the configuration capabilities of any interface.</li><li>• Response Time Monitoring (RTTMON) MIB allows users to monitor network performance between a Cisco Catalyst switch and a remote device.</li></ul>



Feature	Benefit
<b>Cisco Cluster Management Suite</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cisco Cluster Management Suite (CMS) software allows the user to manage up to 16 interconnected Cisco Catalyst 3750, 2970, 2950, 2940, 3500XL, 2900XL, and 2900 LRE XL series switches without the limitation of being located in the same wiring closet, and with the option of using a single IP address for the entire cluster if desired. Full backward compatibility ensures that any combination of the above switches can be managed with a Cisco Catalyst 2950 Series Switch.</li><li>• Cisco AVVID (Architecture for Voice, Video and Integrated Data) wizards use just a few user inputs to automatically configure the switch to optimally handle different types of traffic: voice, video, multicast, and high-priority data.</li><li>• One-click software upgrades can be performed across the entire cluster simultaneously, and configuration cloning enables rapid deployment of networks.</li><li>• Cisco CMS Guide Mode helps users configure powerful advanced features by providing step-by-step instructions.</li><li>• Cisco CMS provides enhanced online help for context-sensitive assistance.</li><li>• Easy-to-use graphical interface provides both a topology map and front-panel view of the cluster.</li><li>• Cisco CMS Client Install improves the launch time of Cisco CMS by installing the software files on the management station.</li><li>• Multidevice- and multiport-configuration capabilities allow network administrators to save time by configuring features across multiple switches and ports simultaneously.</li><li>• Cisco CMS allows the launch of the Web-based management for a Cisco Aironet<sup>®</sup> Wireless Access Point simply by clicking its icon in the topology map.</li><li>• User-personalized interface allows users to modify polling intervals, table views, and other settings within Cisco CMS and retain these settings the next time they use Cisco CMS.</li><li>• Alarm notification provides automated e-mail notification of network errors and alarm thresholds.</li><li>• A Cisco CMS plug-in enables configuration of the management station with the correct run-time software.</li></ul>
<b>Support for CiscoWorks</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Manageability is enabled through CiscoWorks network management software on a per-port and per-switch basis, providing a common management interface for Cisco routers, switches, and hubs.</li><li>• SNMPv1, v2, and v3 (non-crypto) and Telnet interface support delivers comprehensive in-band management, and a command-line-interface (CLI) management console provides detailed out-of-band management.</li><li>• Cisco Discovery Protocol (CDP) versions 1 and 2 enable a CiscoWorks network management station to automatically discover the switch in a network topology.</li><li>• Support is provided by the CiscoWorks LAN Management Solution.</li></ul>



Feature	Benefit
<b>Ease of use and deployment</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cisco Express Setup:<ul style="list-style-type: none"><li>– Simplifies initial configuration of a switch via a Web browser, eliminating the need for more complex terminal emulation programs and CLI knowledge.</li><li>– Reduces the cost of deployment by enabling less-skilled personnel to set up switches quickly and simply.</li></ul></li><li>• Auto-configuration eases deployment of switches in the network by automatically configuring multiple switches across a network using a bootp server.</li><li>• Autosensing on each port detects the speed of the attached device and automatically configures the port for 10- or 100-Mbps operation, easing the deployment of the switch in mixed-speed environments.</li><li>• Auto-negotiating on all ports automatically selects half- or full-duplex transmission mode to optimize bandwidth.</li><li>• Link Aggregation Control Protocol (LACP) allows the creation of Ethernet channeling with devices that conform to IEEE 802.3ad. This is similar to Cisco EtherChannel and PagP.</li><li>• Cisco Discovery Protocol versions 1 and 2 enable a CiscoWorks network management station to automatically discover the switch in a network topology.</li><li>• Cisco VTP supports dynamic VLANs and dynamic trunk configuration across all switches.</li><li>• Support for dynamic VLAN assignment through implementation of VLAN Membership Policy Server (VMPS) client functions provides flexibility in assigning ports to VLANs.</li><li>• Voice VLAN simplifies telephony installations by keeping voice traffic on a separate VLAN for easier network administration and troubleshooting.</li><li>• The default configuration stored in Flash memory ensures that the switch can be quickly connected to the network and can pass traffic with minimal user intervention.</li></ul>



## Product Specifications

Feature	Description
<b>Performance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 13.6-Gbps switching fabric</li> <li>• Cisco Catalyst 2950-12: 2.4-Gbps maximum forwarding bandwidth</li> <li>• Cisco Catalyst 2950-24: 4.8-Gbps maximum forwarding bandwidth</li> <li>• Cisco Catalyst 2950SX-24: 8.8-Gbps maximum forwarding bandwidth</li> <li>• Cisco Catalyst 2950T-48: 13.6-Gbps maximum forwarding bandwidth</li> <li>• Cisco Catalyst 2950SX-48: 13.6-Gbps maximum forwarding bandwidth</li> <li>• (Forwarding rates based on 64-byte packets)</li> <li>• Cisco Catalyst 2950-12: 1.8-Mpps wire-speed forwarding rate</li> <li>• Cisco Catalyst 2950-24: 3.6-Mpps wire-speed forwarding rate</li> <li>• Cisco Catalyst 2950SX-24: 6.6-Mpps wire-speed forwarding rate</li> <li>• Cisco Catalyst 2950T-48: 10.1-Mpps wire-speed forwarding rate</li> <li>• Cisco Catalyst 2950SX-48: 10.1-Mpps wire-speed forwarding rate</li> <li>• 8 MB packet buffer memory architecture shared by all ports</li> <li>• 16 MB DRAM and 8 MB Flash memory</li> <li>• Configurable up to 8000 MAC addresses</li> </ul>

Feature	Description/Part Numbers
<b>Management</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BRIDGE-MIB</li> <li>• CISCO-2900-MIB</li> <li>• CISCO-BULK-FILE-MIB</li> <li>• CISCO-CDP-MIB</li> <li>• CISCO-CLASS-BASED-QOS-MIB</li> <li>• CISCO-CLUSTER-MIB</li> <li>• CISCO-CONFIG-COPY-MIB</li> <li>• CISCO-CONFIG-MAN-MIB</li> <li>• CISCO-ENVMON-MIB</li> <li>• CISCO-FLASH-MIB</li> <li>• CISCO-FTP-CLIENT-MIB</li> <li>• CISCO-IMAGE-MIB</li> <li>• CISCO-IPMROUTE-MIB</li> <li>• CISCO-MAC-NOTIFICATION-MIB</li> <li>• CISCO-MEMORY-POOL-MIB</li> <li>• CISCO-PAGP-MIB</li> <li>• CISCO-PING-MIB</li> <li>• CISCO-PROCESS-MIB</li> <li>• CISCO-PRODUCTS-MIB</li> <li>• CISCO-RTTMON-MIB</li> <li>• CISCO-SMI</li> <li>• CISCO-STACKMAKER-MIB</li> <li>• CISCO-STP-EXTENSIONS-MIB</li> <li>• CISCO-SYSLOG-MIB</li> <li>• CISCO-TC</li> <li>• CISCO-TCP-MIB</li> <li>• CISCO-VLAN-MEMBERSHIP-MIB</li> <li>• CISCO-VTP-MIB</li> <li>• ENTITY-MIB</li> <li>• IANAifType-MIB</li> <li>• IF-MIB (RFC 1573)</li> <li>• OLD-CISCO-CHASSIS-MIB</li> <li>• OLD-CISCO-CPU-MIB</li> <li>• OLD-CISCO-INTERFACES-MIB</li> <li>• OLD-CISCO-IP-MIB</li> <li>• OLD-CISCO-MEMORY-MIB</li> <li>• OLD-CISCO-SYSTEM-MIB</li> <li>• OLD-CISCO-TCP-MIB</li> <li>• OLD-CISCO-TS-MIB</li> <li>• RFC1213-MIB (MIB-II)</li> <li>• RFC1398-MIB (ETHERNET-MIB)</li> <li>• RMON-MIB (RFC 1757)</li> <li>• RS-232-MIB</li> <li>• SNMPv2-MIB</li> <li>• SNMPv2-SMI</li> <li>• SNMPv2-TC</li> <li>• TCP-MIB</li> <li>• UDP-MIB</li> </ul>

Cisco Systems, Inc.

All contents are Copyright © 1992–2003 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Important Notices and Privacy Statement.

Page 11 of 15





Feature	Description/Part Numbers
<b>Standards</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.1x support</li> <li>• IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T and 100BASE-TX ports</li> <li>• IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol</li> <li>• IEEE 802.1p class-of-service (CoS) prioritization</li> <li>• IEEE 802.1Q VLAN</li> <li>• IEEE 802.3 10BASE-T specification</li> <li>• IEEE 802.3u 100BASE-TX specification</li> <li>• IEEE 802.3ad</li> <li>• IEEE 802.3z 1000BASE-X specification</li> </ul>
<b>Connectors and cabling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10BASE-T ports: RJ-45 connectors, two-pair Category 3, 4, or 5 unshielded twisted-pair (UTP) cabling</li> <li>• 100BASE-TX ports: RJ-45 connectors; two-pair Category 5 UTP cabling</li> <li>• 1000BASE-SX ports: MT-RJ connectors, up to 1800 feet (550 meters) cable distance for 50/125 or up to 900 ft (275 m) cable distance for 62.5/125 micron multimode fiber-optic cabling</li> <li>• Management console port: 8-pin RJ-45 connector, RJ-45-to-DB9 adapter cable for PC connections; for terminal connections, use RJ-45-to-DB25 female data-terminal-equipment (DTE) adapter (can be ordered separately, Cisco part number ACS-DSBUASYN=)</li> </ul>
<b>MT-RJ patch cables for Cisco Catalyst 2950SX-24 Switch</b>	<p><i>Type of cable, Cisco part number:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-meter MT-RJ-to-SC multimode cable, CAB-MTRJ-SC-MM-1M</li> <li>• 3-meter MT-RJ-to-SC multimode cable, CAB-MTRJ-SC-MM-3M</li> <li>• 5-meter MT-RJ-to-SC multimode cable, CAB-MTRJ-SC-MM-5M</li> <li>• 1-meter MT-RJ-to-ST multimode cable, CAB-MTRJ-ST-MM-1M</li> <li>• 3-meter MT-RJ-to-ST multimode cable, CAB-MTRJ-ST-MM-3M</li> <li>• 5-meter MT-RJ-to-ST multimode cable, CAB-MTRJ-ST-MM-5M</li> </ul>
<b>Power connectors</b>	<p>Customers can provide power to a switch by using the internal power supply, the Cisco RPS 675 Redundant Power System. The connectors are located at the back of the switch.</p> <p><i>Internal power supply connector:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The internal power supply is an auto-ranging unit.</li> <li>• The internal power supply supports input voltages between 100 and 240 VAC.</li> <li>• Use the supplied AC power cord to connect the AC power connector to an AC power outlet.</li> </ul> <p><i>Cisco RPS 675 connector:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The connector offers connection for an optional Cisco RPS 675 that uses AC input and supplies DC output to the switch.</li> <li>• The connector offers a 675W redundant power system that supports six external network devices and provides power to one failed device at a time.</li> <li>• The connector automatically senses when the internal power supply of a connected device fails and provides power to the failed device, preventing loss of network traffic.</li> <li>• Attach only the Cisco RPS 675 (Model PWR675-AC-RPS-NI=) to the redundant power supply receptacle with this connector.</li> </ul>
<b>Indicators</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Per-port status LEDs: link integrity, disabled, activity, speed, and full-duplex indications</li> <li>• System status LEDs: system, RPS, and bandwidth-utilization indications</li> </ul>
<b>Dimensions and weight (H x W x D)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.72 x 17.5 x 9.52 in. (4.36 x 44.45 x 24.18 cm) (Cisco Catalyst 2950SX-24, 2950-24, 2950-12)</li> <li>• 1.72 x 17.5 x 13 in. (4.36 x 44.45 x 33.02 cm) (Cisco Catalyst 2950SX-48, 2950T-48)</li> <li>• 1 RU high (1.72 in./4.36 cm)</li> <li>• 6.5 lb (3.0 kg) (Cisco Catalyst 2950SX-24, 2950-24, 2950-12)</li> <li>• 10.6 lb (4.8 kg) (Cisco Catalyst 2950SX-48, 2950T-48)</li> </ul>

Cisco Systems, Inc.

All contents are Copyright © 1992–2003 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Important Notices and Privacy Statement.



<b>Feature</b>	<b>Description/Part Numbers</b>
<b>Environmental ranges</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Operating temperature: 32 to 113 F (0 to 45 C)</li><li>• Storage temperature: -13 to 158 F (-25 to 70 C)</li><li>• Operating relative humidity: 10–85% (non-condensing)</li><li>• Operating altitude: Up to 10,000 ft (3000 m)</li><li>• Storage altitude: Up to 15,000 ft (4500 m)</li></ul>
<b>Power requirements</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Power consumption: 30W (maximum), 102 BTUs per hour (Cisco Catalyst 2950SX-24, 2950-24, 2950-12)</li><li>• Power consumption: 45W (maximum), 154 BTUs per hour (Cisco Catalyst 2950T-48, 2950SX-48)</li><li>• AC input voltage: 100 to 127, 200 to 240 VAC (auto-ranging)</li><li>• AC input frequency: 47 to 63 Hz</li><li>• DC input voltages for Cisco RPS 675 and Cisco RPS 300: +12V at 4.5A</li></ul>
<b>Acoustic noise Predicted mean time between failure</b>	<p><i>ISO 7770, bystander position, operating to an ambient temperature of 86 F (30 C):</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• WS-C2950-24, WS-C2950-12, WS-C2950SX-24: 46 dBA</li><li>• WS-C2950T-48-SI, WS-C2950SX-48-SI: 48 dBA</li><li>• 268,292 hours (Cisco Catalyst 2950-24)</li><li>• 318,440 hours (Cisco Catalyst 2950-12)</li><li>• 403,214 hours (Cisco Catalyst 2950SX-24)</li><li>• 268,876 hours (Cisco Catalyst 2950T-48-SI)</li><li>• 274,916 hours (Cisco Catalyst 2950SX-48-SI)</li></ul>
<b>Regulatory Agency Approvals</b>	
<b>Safety certifications</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• UL 60950/CSA 22.2 No. 950</li><li>• IEC 60950/EN 60950</li><li>• AS/NZS 3260, TS001</li><li>• CE Marking</li></ul>
<b>Electromagnetic emissions certifications</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• FCC Part 15 Class A</li><li>• EN 55022: 1998 (CISPR 22) Class A</li><li>• EN 55022: 1998 (CISPR 22)</li><li>• VCCI Class A</li><li>• AS/NZS 3548 Class A</li><li>• CE Marking</li><li>• CNS 13438 Class A</li><li>• CLEI Code</li><li>• MIC</li></ul>
<b>Warranty</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lifetime limited warranty</li></ul>



## Service and Support

The services and support programs described here are available as part of the Cisco Desktop Switching Service and Support solution and are available directly from Cisco Systems® and through resellers.

Service and Support	Features	Benefits
<b>Advanced Services</b>		
<b>Total Implementation Solutions (TIS)</b> —Available direct from Cisco  <b>Packaged Total Implementation Solutions (Packaged TIS)</b> —Available through resellers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Project management</li> <li>• Site survey, configuration deployment</li> <li>• Installation, text, and cutover</li> <li>• Training</li> <li>• Major moves, adds, changes</li> <li>• Design review and product staging</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supplements existing staff</li> <li>• Ensures that functions meet needs</li> <li>• Mitigates risk</li> </ul>
<b>Technical Support Services</b>		
<b>Cisco SMARTnet® services and Cisco SMARTnet Onsite services</b> —Available direct from Cisco  <b>Packaged Cisco SMARTnet services</b> —Available through resellers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Around-the-clock access to software updates</li> <li>• Web access to technical repositories</li> <li>• Telephone support through the Technical Assistance Center</li> <li>• Advance replacement of hardware parts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enables proactive or expedited issue resolution</li> <li>• Lowers cost of ownership by using Cisco expertise and knowledge</li> <li>• Minimizes network downtime</li> </ul>

## Ordering Information

Model Numbers	Configuration
<b>WS-C2950-12</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 10/100-Mbps ports</li> <li>• 1-RU standalone, fixed-configuration, managed 10/100-Mbps switch</li> <li>• Standard Image (SI) Software</li> </ul>
<b>WS-C2950-24</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 10/100-Mbps ports</li> <li>• 1-RU standalone, fixed-configuration, managed 10/100-Mbps switch</li> <li>• Standard Image (SI) Software</li> </ul>
<b>WS-C2950SX-24</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 10/100-Mbps ports with two fixed 1000BASE-SX uplinks</li> <li>• 1-RU standalone, fixed-configuration, managed 10/100-Mbps switch</li> <li>• Standard Image (SI) Software</li> </ul>
<b>WS-C2950T-48-SI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 48 10/100-Mbps ports with two fixed 10/100/1000BASE-T uplinks</li> <li>• 1-RU standalone, fixed-configuration, managed 10/100-Mbps switch</li> <li>• Standard Image (SI) Software</li> </ul>
<b>WS-C2950SX-48-SI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 48 10/100-Mbps ports with two fixed 1000BASE-SX uplinks</li> <li>• 1-RU standalone, fixed-configuration, managed 10/100-Mbps switch</li> <li>• Standard Image (SI) Software</li> </ul>

Cisco Systems, Inc.

All contents are Copyright © 1992–2003 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Important Notices and Privacy Statement.

Page 14 of 15

## For More Information

For more information about Cisco products, contact:

- United States and Canada: 800 553-NETS (6387)
- Europe: 32 2 778 4242
- Australia: 612 9935 4107
- Other: 408 526-7209
- World Wide Web: <http://www.cisco.com>



Corporate Headquarters  
Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, CA 95134-1706  
USA  
[www.cisco.com](http://www.cisco.com)  
Tel: 408 526-4000  
800 553-NETS (6387)  
Fax: 408 526-4100

European Headquarters  
Cisco Systems International BV  
Haarlerbergpark  
Haarlerbergweg 13-19  
1101 CH Amsterdam  
The Netherlands  
[www-europe.cisco.com](http://www-europe.cisco.com)  
Tel: 31 0 20 357 1000  
Fax: 31 0 20 357 1100

Americas Headquarters  
Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, CA 95134-1706  
USA  
[www.cisco.com](http://www.cisco.com)  
Tel: 408 526-7660  
Fax: 408 527-0883

Asia Pacific Headquarters  
Cisco Systems, Inc.  
Capital Tower  
168 Robinson Road  
#22-01 to #29-01  
Singapore 068912  
[www.cisco.com](http://www.cisco.com)  
Tel: +65 6317 7777  
Fax: +65 6317 7799

Cisco Systems has more than 200 offices in the following countries and regions. Addresses, phone numbers, and fax numbers are listed on the  
**Cisco Web site at [www.cisco.com/go/offices](http://www.cisco.com/go/offices)**

Argentina • Australia • Austria • Belgium • Brazil • Bulgaria • Canada • Chile • China PRC • Colombia • Costa Rica • Croatia  
Czech Republic • Denmark • Dubai, UAE • Finland • France • Germany • Greece • Hong Kong SAR • Hungary • India • Indonesia • Ireland  
Israel • Italy • Japan • Korea • Luxembourg • Malaysia • Mexico • The Netherlands • New Zealand • Norway • Peru • Philippines • Poland  
Portugal • Puerto Rico • Romania • Russia • Saudi Arabia • Scotland • Singapore • Slovakia • Slovenia • South Africa • Spain • Sweden  
Switzerland • Taiwan • Thailand • Turkey • Ukraine • United Kingdom • United States • Venezuela • Vietnam • Zimbabwe

All contents are Copyright © 1992–2003 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco, Cisco Systems, the Cisco Systems logo, Aironet, Catalyst, EtherChannel, and SMARTnet are registered trademarks of Cisco Systems, Inc. and/or its affiliates in the U.S. and certain other countries.

All other trademarks mentioned in this document or Web site are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company.  
(0304R) ETMG 203144—EL 10/03

## Cisco **Catalyst 3550** Series Intelligent Ethernet Switches

### **Product Overview**

The Cisco Catalyst® 3550 Series Intelligent Ethernet Switches is a line of enterprise-class, stackable, multilayer switches that provide high availability, security and quality of service (QoS) to enhance the operation of the network. With a range of Fast Ethernet and Gigabit Ethernet configurations, the Catalyst 3550 Series can serve as both a powerful access layer switch for medium enterprise wiring closets and as a backbone switch for small networks. Customers can deploy network-wide intelligent services, such as advanced QoS, rate-limiting, Cisco security access control lists, multicast management, and high-performance IP routing—while maintaining the simplicity of traditional local area network (LAN) switching. Embedded in the Catalyst 3550 Series is the Cisco Cluster Management Suite (CMS) Software, which allows users to simultaneously configure and troubleshoot multiple Catalyst desktop switches using a standard Web browser. Cisco CMS Software provides new configuration wizards that greatly simplify the implementation of converged networks and intelligent network services.

The Catalyst 3550-24 PWR switch can provide a lower total cost of ownership for deployments that incorporate Cisco IP phones and/or Cisco Aironet wireless LAN access points. With up to 15 Watts of integrated inline power on every 10/100 port, the switch provides maximum device support and eases new technology deployments by eliminating the need for wall power to each IP phone or wireless LAN access point. Additionally, delivering power via the Catalyst 3550-24 PWR switch eliminates the cost for additional electrical cabling that would otherwise be necessary in wireless LAN and IP phone deployments. Maximum power availability for a converged voice and data network is attainable when a Catalyst 3550 Switch is combined with the Cisco Redundant Power System 675 (RPS 675) for seamless protection against internal power supply failures and an uninterruptable power supply (UPS) system to safeguard against power outages.



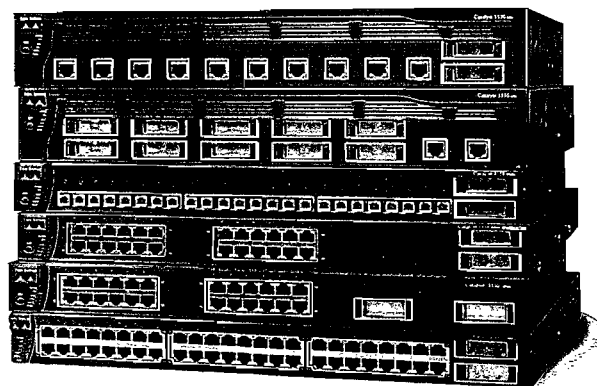
The Cisco Catalyst 3550 Series Intelligent Ethernet Switches include the following configurations:

- Catalyst 3550-24 Switch—24 10/100 ports and two Gigabit Interface Converter (GBIC)-based Gigabit Ethernet ports; 1 rack unit (RU)
- Catalyst 3550-24 PWR Switch—24 10/100 ports with integrated inline power and two GBIC-based Gigabit Ethernet ports; 1 RU
- Catalyst 3550-24-DC Switch—24 10/100 ports and two GBIC-based Gigabit Ethernet ports; 1 RU; DC-powered
- Catalyst 3550-24-FX Switch—24 100FX ports and two GBIC-based Gigabit Ethernet ports; 1 RU
- Catalyst 3550-48 Switch—48 10/100 ports and two GBIC-based Gigabit Ethernet ports; 1 RU
- Catalyst 3550-12G Switch—10 GBIC-based Gigabit Ethernet ports and two 10/100/1000BASE-T ports; 1.5 RU
- Catalyst 3550-12T switch—10 10/100/1000BASE-T ports and two GBIC-based Gigabit Ethernet ports; 1.5 RU

The built-in Gigabit Ethernet ports accommodate a range of GBIC transceivers, including the Cisco GigaStack® GBIC, 1000BASE-T, 1000BASE-SX, 1000BASE-LX/LH, 1000BASE-ZX and CWDM GBICs. The dual GBIC-based Gigabit Ethernet implementation on the Fast Ethernet configurations provides customers tremendous deployment flexibility—allowing customers to implement one type of stacking and uplink configuration today, while preserving the option to migrate that configuration in the future. High levels of stack resiliency can also be implemented by deploying dual redundant Gigabit Ethernet uplinks, a redundant GigaStack GBIC loopback cable, UplinkFast and CrossStack UplinkFast technologies for high-speed uplink and stack interconnection failover, and Per VLAN Spanning Tree Plus (PVST+) for uplink load balancing. This Gigabit Ethernet flexibility makes the Catalyst 3550 switches an ideal LAN edge complement to the Cisco Catalyst 6500 family of Gigabit Ethernet optimized core LAN switches.

Included with the Catalyst 3550-24, 3550-24 PWR, 3550-24-DC, 3550-24-FX and 3550-48 are the Standard Multilayer Software Image (SMI) or the Enhanced Multilayer Software Image (EMI). The SMI feature set includes advanced QoS, rate-limiting, access control lists (ACLs), and basic static and routed information protocol (RIP) routing functionality. The EMI provides a richer set of enterprise-class features including advanced hardware-based IP unicast and multicast routing and the Web Cache Communication Protocol (WCCP). After initial deployment, the EMI Upgrade Kit gives users the flexibility to upgrade to the EMI. The Catalyst 3550-12T and 3550-12G are only available with the EMI.

**Figure 1** Catalyst 3550 Series Switches



Cisco Systems, Inc.

All contents are Copyright © 2002 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Important Notices and Privacy Statement.

Page 2 of 19



## **Intelligence in the Network**

Networks of today are evolving to address four new developments at the network edge:

- Increase in desktop computing power
- Introduction of bandwidth-intensive applications
- Expansion of highly sensitive data on the network
- Presence of multiple device types, such as IP phones and wireless LAN access points

These new demands are contending for resources with many existing mission-critical applications. As a result, IT professionals must view the edge of the network as critical to effectively manage the delivery of information and applications.

As companies increasingly rely on networks as the strategic business infrastructure, it is more important than ever to ensure their high availability, security, scalability and control. By adding Cisco intelligent functionality to the wiring closet, customers can now deploy network-wide intelligent services that address these requirements in a consistent way from the desktop to the core and through the WAN.

With Cisco Catalyst Intelligent Ethernet switches, Cisco enables companies to realize the full benefits of adding intelligent services into their networks. Deploying capabilities that make the network infrastructure highly available to accommodate time-critical needs, scalable to accommodate growth, secure enough to protect confidential information, and capable of differentiating and controlling traffic flows are key to further optimizing network operations.

## **Network Control through Advanced Quality of Service and Rate Limiting**

The Cisco Catalyst 3550 offers superior Layer 3 granular QoS features to ensure that network traffic is classified, prioritized, and congestion is avoided in the best possible manner. Configuration of QoS is greatly simplified through automatic QoS (Auto QoS), a feature that detects Cisco IP phones and automatically configures the switch for the appropriate classification and egress queuing. This optimizes traffic prioritization and network availability without the challenge of a complex configuration.

The Catalyst 3550 can classify, reclassify, police, and mark the incoming packets before the packet is placed in the shared buffer. Packet classification allows the network elements to discriminate between various traffic flows and enforce policies based on Layer 2 and Layer 3 QoS fields.

To implement QoS, first, the Catalyst 3550 switches identify traffic flows, or packet groups, and classifies or reclassifies these groups using the Differentiated Services Code Point field (DSCP) and/or the 802.1p class of service (CoS) field. Classification and reclassification can be based on criteria as specific as the source/destination IP address, source/destination Media Access Control (MAC) address or the Layer 4 Transmission Control Protocol (TCP)/User Datagram Protocol (UDP) port. At the ingress, the Catalyst 3550 will also perform policing and marking of the packet. Control plane and data plane ACLs are supported on all ports to ensure proper policing and marking on a per packet basis.

After the packet goes through classification, policing, and marking, it is then assigned to the appropriate queue before exiting the switch. The Catalyst 3550 supports four egress queues per port, which allows the network administrator to be more discriminating and specific in assigning priorities for the various applications on the LAN. At egress, the switch performs scheduling and congestion control. Scheduling is an algorithm/process that determines the order in which the queues are processed. The switches support Weighted Round Robin (WRR) scheduling and strict priority queuing. The WRR queuing algorithm ensures that the lower priority packets are not entirely starved for bandwidth



and are serviced without compromising the priority settings administered by the network manager. Strict priority queuing ensures that the highest priority packets will always get serviced first, ahead of all other traffic, and allows the other three queues to be serviced using WRR scheduling. In conjunction with scheduling, the Catalyst 3550 Gigabit Ethernet ports support congestion control via Weighted Random Early Detection (WRED). WRED avoids congestion by setting thresholds at which packets are dropped before congestion occurs.

These features allow network administrators to prioritize mission-critical and/or bandwidth-intensive traffic, such as Enterprise Resource Planning (ERP) (Oracle, SAP, etc.), voice (IP telephony traffic) and CAD/CAM over less time-sensitive applications such as FTP or e-mail (Simple Mail Transfer Protocol [SMTP]). For example, it would be highly undesirable to have a large file download destined to one port on a wiring closet switch and have quality implications such as increased latency in voice traffic, destined to another port on this switch. This condition is avoided by ensuring that voice traffic is properly classified and prioritized throughout the network. Other applications, such as Web browsing, can be treated as low priority and handled on a best-efforts basis.

The Cisco Catalyst 3550 is capable of performing rate limiting via its support of the Cisco Committed Information Rate (CIR) functionality. Through CIR, bandwidth can be guaranteed in increments as low as 8 Kbps. Bandwidth can be allocated based on several criteria including MAC source address, MAC destination address, IP source address, IP destination address, and TCP/UDP port number. Bandwidth allocation is essential in network environments requiring service-level agreements or when it is necessary for the network manager to control the bandwidth given to certain users. Each Catalyst 3550 switch 10/100 port supports 8 aggregate or individual ingress policers and 8 aggregate egress policers. Each Catalyst 3550 Gigabit Ethernet port supports 128 aggregate or individual policers and 8 aggregate egress policers. This gives the network administrator very granular control of the LAN bandwidth.

### **Network Scalability through High-Performance IP Routing**

With hardware-based IP routing and the Enhanced Multilayer Software Image, the Catalyst 3550 switches deliver high performance dynamic IP routing. The Cisco Express Forwarding (CEF)-based routing architecture allows for increased scalability and performance. This architecture allows for very high-speed lookups while also ensuring the stability and scalability necessary to meet the needs of future requirements. In addition to dynamic IP unicast routing, the Catalyst 3550 Series is perfectly equipped for networks requiring multicast support. Multicast routing protocol (PIM) and Internet Group Management Protocol (IGMP) snooping in hardware make the Catalyst 3550 Series switches ideal for intensive multicast environments.

These switches offer several advantages to improve network performance when used as a stackable wiring closet switch or as a top-of-the-stack wiring closet aggregator switch. For example, implementing routed uplinks from the top of the stack will improve network availability by enabling faster failover protection and simplifying the Spanning-Tree Protocol algorithm by terminating all Spanning-Tree Protocol instances at the aggregator switch. If one of the uplinks fails, quicker failover to the redundant uplink can be achieved via a scalable routing protocol such as Open Shortest Path First (OSPF) or Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) rather than relying on standard Spanning-Tree Protocol convergence. Redirection of a packet after a link failure via a routing protocol results in faster failover than a solution that uses Layer 2 Spanning Tree enhancements. Additionally, routed uplinks allow better bandwidth utilization by implementing equal cost routing (ECR) on the uplinks to perform load balancing. This results in dynamic load balancing in a part of the network that often acts as the bottleneck. And, routed uplinks optimize the utility of uplinks out of the wiring closet by eliminating unnecessary broadcast data flows into the network backbone.





The Catalyst 3550 also offers dramatic bandwidth savings as a stackable wiring closet switch in a multicast environment. Using routed uplinks to the network core will eliminate the requirement to transmit multiple streams of the same multicast from the upstream content servers to the wiring closet. For example, if three users are assigned to three separate virtual LANs (VLANs) and they all want to view multicast ABC, then three streams of multicast ABC are required to be transmitted from the upstream router to the wiring closet switch—assuming the wiring closet switch is not capable of routed uplinks. Deploying IP routing to the core with Catalyst 3550 switches allows users to create a scalable, multicast-rich network.

### **Network Security through Enhanced Security Features**

The Cisco Catalyst 3550 Series switches offer enhanced data security through a wide range of security features that protect network management and administrative traffic, secure the network from unauthorized users, provide granular levels of network access to users, and track where users are located.

Secure Shell (SSH), Kerberos, and Simple Network Management Protocol version 3 (SNMPv3) encrypt administrative and network management information, thereby protecting it from tampering or eavesdropping. Terminal Access Controller Access Control System (TACACS+) or Remote Access Dial-In User Service (RADIUS) authentication enables centralized access control of switches and restricts unauthorized users from altering the configurations. Alternatively, a local username and password database can be configured on the switch itself. Fifteen levels of authorization on the switch console and two levels on the web-based management interface provide the ability to give different levels of configuration capabilities to different administrators.

Port security and 802.1x provide the ability to keep unauthorized users from accessing the network. Port security limits access on an Ethernet port based on the MAC address of the device that is connected to it. It can also be used to limit the total number of devices plugged into a switch port, thereby reducing the risks of rogue wireless access points or hubs. 802.1x can be used to authenticate users based on username and password (or other credentials) via a centralized RADIUS server. This is particularly useful for a mobile workforce because the authentication will be executed regardless of where the user connects to the network.

ACLs restrict access to sensitive portions of the network by denying packets based on source and destination MAC addresses, IP addresses, or TCP/UDP ports. ACL lookups are done in hardware; therefore, forwarding and routing performance is not compromised when implementing ACL-based security in the network. Catalyst 3550 Series switches offer VLAN, router and port-based ACLs. Deploying ACLs can be done through Cisco CMS Software Security Wizards, which in a few easy steps can restrict user access to a server, a portion of the network, or the usage of certain applications.

Identity-based Networking Services (IBNS) provide the ability to dynamically administer granular levels of network access. Leveraging the 802.1x standard and Cisco's Access Control Server (ACS), when users authenticate they can be assigned a VLAN and/or an ACL regardless of where they connect to the network. This functionality allows IT departments to enable strong security policies without compromising user mobility and with minimal administrative overhead.

The MAC Address Notification feature can be used to monitor the network and track users by sending an alert to a management station so that network administrators know when and where users entered the network. The Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Interface Tracker (Option 82) feature tracks where a user is physically connected on a network by providing both switch and port ID to a DHCP Server.



VLANs ensure that data packets are forwarded only to stations within a specific subnet, creating a separate collision domain between groups of ports on the network and reducing broadcast transmission. VLAN trunks can be created from any port using the standards-based 802.1Q or Cisco Inter-Switch Link (ISL) VLAN trunking architecture. The Cisco Catalyst 3550 switches support up to 1,005 VLANs.

For even greater security between network end-stations, Private VLAN Edge isolates ports on a switch, ensuring that users cannot snoop on other users' traffic. Local Proxy Address Resolution Protocol (ARP) works in conjunction with private VLAN edge to minimize broadcasts and maximize available bandwidth.

### **Network Management with the Cisco Cluster Management Suite Software**

The Cisco CMS is Web-based software that is embedded in Catalyst 3550, 2950, 3500 XL, 2900 XL, 2900 LRE XL, and 1900 switches. Through Cisco Switch Clustering technology, users access Cisco CMS with any standard Web browser to manage up to 16 of these switches at once, regardless of their physical proximity—with the option of using a single IP address for the entire cluster if desired. With the addition of the Catalyst 3550 switches, Cisco CMS Software can now extend beyond routed boundaries for even more flexibility in managing a Cisco cluster.

Cisco CMS provides an integrated management interface for delivering intelligent services, such as multilayer switching, QoS, multicast, and security ACLs. Thus, Cisco CMS allows administrators to take advantage of benefits formerly reserved for only the most advanced networks without having to learn the command-line interface (CLI) or even the details of the technology.

The new Guide Mode in Cisco CMS leads the user step-by-step through the configuration of high-end features and provides enhanced online help for context-sensitive assistance. In addition, Cisco AVVID (Architecture for Voice, Video and Integrated Data) Wizards provide automated configuration of the switch to optimally support video streaming or videoconferencing, voice over IP (VoIP), and mission-critical applications. Additional wizards for LAN security and multicast traffic are available too. These Wizards can save hours of time for network administrators, eliminate human errors, and ensure the configuration of the switch is optimized for these applications.

Because Cisco Switch Clustering technology is not limited to a single stack of switches, Cisco CMS expands the traditional cluster domain beyond a single wiring closet and saves time and effort for network administrators. The switches must merely be connected to each other via Ethernet, Fast Ethernet, Fast EtherChannel®, Gigabit Ethernet, Gigabit EtherChannel, and/or Gigastack connectivity.

Cisco Catalyst 3550 switches can be configured either as command or member switches in a Cisco switch cluster. Cisco CMS also allows the network administrator to designate a standby or redundant command switch, which takes the commander duties should the primary command switch fail. Other key features include the ability to configure multiple ports and switches simultaneously, perform software updates across the entire cluster at once, and clone configurations to other clustered switches for rapid network deployments. Bandwidth graphs and link reports provide useful diagnostic information and the topology map gives network administrators a quick view of the network status.

In addition to Cisco CMS, the Catalyst 3550 products are manageable via CiscoWorks products, which provide full enterprise-class network management. CiscoWorks Resource Manager Essentials (RME) can be used to perform network-wide software upgrades, configuration file audits, configuration file distribution, and inventory reports. Additional tools include the Campus Manager, CiscoView, Device Fault Manager (DFM), QoS Policy Manager (QPM), User Registration Tool, and many others. For smaller networks, CiscoWorks Small Network Management Solution (SNMS) provides advanced network management capabilities to reduce IT administrative overhead.

## Product Features and Benefits

**Table 1** Product Features and Benefits

Feature	Benefit
<b>Availability/Scalability</b>	
<b>High-Performance IP Routing</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco Express Forwarding (CEF)-based routing architecture performed in hardware to deliver extremely high-performance IP routing.</li> <li>• Support for basic IP unicast routing protocols (static, RIPv1, RIPv2) for small network routing applications.</li> <li>• Support for advanced IP unicast routing protocols (OSPF, IGRP, EIGRP, BGPv4) for load balancing and constructing scalable LANs – requires EMI.</li> <li>• Inter-VLAN IP routing for full Layer 3 routing between two or more VLANs.</li> <li>• Equal cost routing for load balancing and redundancy.</li> <li>• Protocol-Independent Multicast (PIM) for IP multicast routing within a network that enables the network to receive the multicast feed requested and for switches not participating in the multicast to be pruned support for PIM sparse mode (PIM-SM), PIM dense mode (PIM-DM), and PIM sparse-dense mode – requires EMI.</li> <li>• Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP) tunneling for interconnecting two multicast-enabled networks across non-multicast networks—requires EMI.</li> <li>• Fallback bridging for forwarding of non-IP traffic between two or more VLANs.</li> <li>• Cisco Hot Standby Router Protocol (HSRP) to create redundant fail-safe routing topologies.</li> </ul>
<b>Superior Redundancy for Fault Backup</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco UplinkFast/BackboneFast technologies ensure quick fail-over recovery enhancing overall network stability and reliability.</li> <li>• CrossStack UplinkFast (CSUF) technology provides increased redundancy and network resiliency through fast spanning-tree convergence (less than two seconds) across a stack of switches using GigaStack GBICs in an independent stack backplane cascaded configuration.</li> <li>• IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) provides rapid convergence of the spanning tree independent of spanning-tree timers.</li> <li>• Supports Cisco HSRP to create redundant fail-safe routing topologies.</li> <li>• Redundant stacking connections provide support for a redundant loopback connection for top and bottom switches in an independent stack backplane cascaded configuration.</li> <li>• Command switch redundancy enabled in the CMS Software allows customers to designate a backup command switch that takes over cluster management functions if the primary command switch fails.</li> <li>• Provides unidirectional link detection (UDLD) and Aggressive UDLD for detecting and disabling unidirectional links on fiber-optic interfaces caused by incorrect fiber-optic wiring or port faults.</li> <li>• Switch port Auto-recovery (or "errDisable") automatically attempts to re-enable a link that becomes disabled due to a network error.</li> <li>• Support for Cisco's optional Redundant Power System 300 (RPS 300 supports all Catalyst 3550 Switches except the Catalyst 3550-24 PWR) and/or the Redundant Power System 675 (RPS 675 supports all Catalyst 3550 Switches) that provides superior internal power source redundancy for up to six Cisco networking devices resulting in improved fault tolerance and network uptime.</li> </ul>



**Table 1** Product Features and Benefits (Continued)

Feature	Benefit
<b>Integrated Cisco IOS Features for Bandwidth Optimization</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bandwidth aggregation of up to 16 Gbps through Gigabit EtherChannel technology and up to 1.6 Gbps through Fast EtherChannel technology enhances fault tolerance and offers higher speed aggregated bandwidth between switches, to routers and individual servers.</li> <li>• Per-port broadcast, multicast, and unicast storm control prevents faulty end stations from degrading overall systems performance.</li> <li>• WCCP allows the interaction with a web cache for the purpose of redirecting content requests to a cache and performing basic load balancing across multiple caches—requires EMI.</li> <li>• IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol support for redundant backbone connections and loop-free networks simplifies network configuration and improves fault tolerance.</li> <li>• PVST+ allows for Layer 2 load sharing on redundant links to efficiently utilize the extra capacity inherent in a redundant design.</li> <li>• IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP) allows a spanning tree instance per VLAN enabling Layer 2 load sharing on redundant links.</li> <li>• Equal cost routing for Layer 3 load balancing and redundancy</li> <li>• Local Proxy ARP works in conjunction with private VLAN edge to minimize broadcasts and maximize available bandwidth.</li> <li>• VLAN Trunking Protocol (VTP) pruning limits bandwidth consumption on VTP trunks by flooding broadcast traffic only on trunk links required to reach the destination devices.</li> <li>• IGMP snooping provides for fast client joins and leaves of multicast streams and limits bandwidth-intensive video traffic to only the requestors.</li> <li>• Multicast VLAN Registration (MVR) continuously sends multicast streams in a multicast VLAN while isolating the streams from subscriber VLANs for bandwidth and security reasons.</li> </ul>
<b>Ultra-Flexible and Scalable Stacking</b>	<p>The Cisco GigaStack GBIC delivers a hardware-based, independent stacking bus with up to 2 Gbps forwarding rate in a point-to-point configuration, or 1-Gbps forwarding bandwidth when daisy chained with up to nine switches.</p>
<b>Ease of Use and Ease of Deployment</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto-configuration eases deployment of switches in the network by automatically configuring multiple switches across a network via a boot server.</li> <li>• Automatic QoS (Auto QoS) greatly simplifies the configuration of QoS in VoIP networks by issuing interface and global switch commands that allow the detection of Cisco IP phones, the classification of traffic, and egress queue configuration.</li> <li>• Auto-sensing on each non-GBIC port detects the speed of the attached device and automatically configures the port for 10-, 100-, or 1000-Mbps operation, easing the deployment of the switch in mixed 10, 100, and 1000BASE-T environments.</li> <li>• Auto-negotiating on all ports automatically selects half- or full-duplex transmission mode to optimize bandwidth.</li> <li>• Dynamic Trunking Protocol (DTP) enables dynamic trunk configuration across all ports in the switch.</li> <li>• Port Aggregation Protocol (PAgP) automates the creation of Cisco Fast EtherChannel or Gigabit EtherChannel groups, enabling linking to another switch, router, or server.</li> <li>• Link Aggregation Control Protocol (LACP) allows the creation of Ethernet channeling with devices that conform to IEEE 802.3ad. This is similar to Cisco's EtherChannel and PAgP.</li> <li>• DHCP relay allows a broadcast DHCP request to be forwarded to the network DHCP server.</li> <li>• IEEE 802.3z-compliant 1000BASE-SX, 1000BASE-LX/LH, 1000BASE-ZX, and 1000BASE-T physical interface support through a field-replaceable GBIC module provides customers unprecedented flexibility in switch deployment.</li> <li>• The default configuration stored in Flash ensures that the switch can be quickly connected to the network and can pass traffic with minimal user intervention.</li> </ul>



**Table 1** Product Features and Benefits (Continued)

Feature	Benefit
<b>Security</b>	
<b>Security</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bridge protocol data unit (BPDU) guard shuts down Spanning-Tree Protocol PortFast-enabled interfaces when BPDUs are received to avoid accidental topology loops.</li> <li>• Spanning-tree root guard (STRG) prevents edge devices not in the network administrator's control from becoming Spanning-Tree Protocol root nodes.</li> <li>• IGMP Filtering provides multicast authentication by filtering out non-subscribers and limits the number of concurrent multicast streams available per port.</li> <li>• Private VLAN edge provides security and isolation between ports on a switch, ensuring that users cannot snoop on other users' traffic.</li> <li>• Trusted Boundary provides the ability to trust the QoS priority settings if an IP phone is present and disable the trust setting in the event that the IP phone is removed, thereby preventing a malicious user from overriding prioritization policies in the network.</li> <li>• Switch Port Analyzer (SPAN) for Cisco Secure Intrusion Detection System (IDS) support allows the IDS to take action when an intruder is detected.</li> <li>• The user-selectable address-learning mode simplifies configuration and enhances security.</li> <li>• Cisco CMS Software Security Wizards ease the deployment of security features for restricting user access to a server, a portion of the network or access to the network.</li> </ul>
<b>Network Administration Security</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TACACS+ and RADIUS authentication to enable centralized control of the switch and restrict unauthorized users from altering the configuration.</li> <li>• Multilevel security on console access prevents unauthorized users from altering the switch configuration.</li> <li>• SSH, Kerberos, and SNMPv3 provides network security by encrypting administrator traffic during Telnet and SNMP sessions—SSH, Kerberos, and the crypto version of SNMPv3 require a special crypto software image due to US export restrictions.</li> </ul>
<b>User and Device Authentication</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.1x for dynamic port-based security to prevent unauthorized clients from gaining access to the network.</li> <li>• Port Security secures the access to a port based on the MAC address of a users device. The aging feature removes the MAC address from the switch after a specific timeframe to allow another device to connect to the same port, thereby eliminating administrative overhead associated with this feature.</li> </ul>
<b>Granular Access Control and Identity-based Network Services</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco security VLAN ACLs (VACLs) on all VLANs to prevent unauthorized data flows to be bridged within VLANs.</li> <li>• Cisco standard and extended IP security Router ACLs (RACLs) for defining security policies on routed interfaces for control plane and data plane traffic.</li> <li>• Port-based ACLs (PACLs) for Layer 2 interfaces allows security policies to be applied on individual switch ports.</li> <li>• Time-based ACLs allow the implementation of security settings during specific periods of the day or days of the week.</li> <li>• 802.1x with VLAN assignment allows a dynamic VLAN assignment for a specific user regardless of where the user is connected.</li> <li>• 802.1x with an ACL assignment allows for specific security policies based on a user regardless of where the user is connected.</li> <li>• 802.1x with voice VLAN to permit an IP phone access to the voice VLAN irrespective of the authorized or unauthorized state of the port.</li> <li>• 802.1x and port security for authenticating the port and managing network access for all MAC addresses, including that of the client.</li> <li>• Support for dynamic VLAN assignment through implementation of VLAN Membership Policy Server (VMPS) client functionality provides flexibility in assigning ports to VLANs. Dynamic VLAN enables fast assignment of IP address.</li> </ul>

Cisco Systems, Inc.



**Table 1** Product Features and Benefits (Continued)

<b>Feature</b>	<b>Benefit</b>
<b>Tracking Users</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• DHCP Interface Tracker (Option 82) provides capabilities to locate a user on a network by providing switch and port ID to a DHCP server.</li><li>• MAC Address Notification allows administrators to be notified of new users added or removed from the network.</li><li>• Support for CiscoWorks User Registration Tool and the User Tracker in CiscoWorks Campus Manager both provide the ability to track the location of users.</li></ul>
<b>Quality of Service/Control</b>	
<b>Advanced Quality of Service</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 802.1p CoS and Differentiated Services Code Point (DSCP) field classification via marking and reclassification on a per packet basis using source/destination IP address, source/destination MAC address, or Layer 4 TCP/UDP port number.</li><li>• Automatic QoS (Auto-QoS) greatly simplifies the configuration of QoS in VoIP networks by issuing interface and global switch commands that allow the detection of Cisco IP phones, the classification of traffic, and egress queue configuration.</li><li>• Cisco control plane and data plane quality of service ACLs on all ports to ensure proper marking on a per packet basis.</li><li>• Four egress queues per port supported in hardware to enable differentiated management of up to four types of traffic.</li><li>• WRR scheduling to ensure differential prioritization of packet flows by intelligently servicing the egress queues.</li><li>• WRED on all Gigabit Ethernet ports for avoidance of congestion at the egress queues before a disruption occurs.</li><li>• Strict priority queuing to guarantee that the highest priority packets will always get serviced ahead of all other traffic.</li><li>• No performance penalty for highly granular quality of service functionality.</li></ul>
<b>Granular Rate-Limiting</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• CIR functionality allows bandwidth to be guaranteed in increments as low as 8 Kbps.</li><li>• Rate-limiting based on source/destination IP address, source/destination MAC address, or Layer 4 TCP/UDP information or any combination of these fields using QoS ACLs (IP ACLs or MAC ACLs), class maps, and policy maps.</li><li>• Per port, per VLAN ingress policing enables the rate-limiting of individual VLANs on trunk ports.</li><li>• Ability to easily manage data flows asynchronously upstream and downstream from the end station or on the uplink via ingress and ingress policing.</li><li>• 8 aggregate or individual ingress policers and 8 aggregate egress policers on each 10/100 port.</li><li>• 128 aggregate or individual ingress policers and 8 aggregate egress policers on each Gigabit Ethernet port.</li></ul>



**Table 1** Product Features and Benefits (Continued)

Feature	Benefit
<b>Manageability</b>	
<b>Cluster Management Suite</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Built-in Web-based Cisco CMS Software provides an easy-to-use Web-based management interface through a standard Web browser.</li> <li>• Cisco AVVID Wizards use just a few user inputs to automatically configure the switch to optimally handle different types of traffic: voice, video, multicast, and/or high-priority data.</li> <li>• A security wizard is provided to restrict unauthorized access to servers and networks, and restrict certain applications on the network.</li> <li>• Cisco CMS Software allows the user to manage up to 16 inter-connected Cisco Catalyst 3550, 2950, 3500 XL, 2900 XL, 2900 LRE XL, and 1900 switches through a single IP address, without the limitation of being physically located in the same wiring closet. Full backward compatibility ensures any combination of the above switches can be managed with a Cisco Catalyst 3550 switch.</li> <li>• The cluster software upgrade feature allows the user to automatically upgrade the system software on a group of Cisco Catalyst 3550, 2950, 3500 XL, 2900 XL, 2900 LRE XL, and 1900 switches.</li> <li>• Cisco Cluster Management Suite Software has been extended to include multilayer feature configurations such as Routing Protocols, ACLs, and QoS parameters.</li> <li>• Clustering now supports member discovery and cluster creation across a single Catalyst 3550 routed hop, enabling the entire LAN to be managed in a single web interface (and with a single IP address if desired).</li> <li>• Cisco Cluster Management Suite Guide Mode assists users in the configuration of powerful advanced features by providing step-by-step instructions.</li> <li>• Cisco Cluster Management Suite provides enhanced online help for context-sensitive assistance.</li> <li>• Easy-to-use graphical interface provides both a topology map and front panel view of the cluster.</li> <li>• Multi-device and multi-port configuration capabilities allow network administrators to save time by configuring features across multiple switches and ports simultaneously.</li> <li>• One-click software upgrades can be performed across the entire cluster simultaneously, and configuration cloning enables rapid deployment of networks.</li> <li>• Ability to launch the web-based management for a Cisco Alronet Wireless Access Point by simply clicking on its icon in the topology map.</li> <li>• User-personalized interface allows users to modify polling intervals, table views, and other settings within CMS and retain these settings the next time they use CMS.</li> <li>• Alarm notification provides automated email notification of network errors and alarm thresholds.</li> <li>• A troubleshooting toolbox, including L2 and L3 traceroute and Ping, helps administrators find network problems quickly.</li> </ul>
<b>CiscoWorks Support</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manageable through CiscoWorks network management software on a per-port and per-switch basis providing a common management interface for Cisco routers, switches and hubs.</li> <li>• SNMP v1, v2c, v3 and Telnet interface support delivers comprehensive in-band management, and a CLI-based management console provides detailed out-of-band management.</li> <li>• Cisco Discovery Protocol (CDP) Versions 1 and 2 enable a CiscoWorks network management station to automatically discover the switch in a network topology.</li> <li>• Supported by the CiscoWorks LAN Management Solution (includes Resource Manager Essentials, Campus Manager, CiscoView, and Device Fault Manager); QoS Policy Manager (QPM); ACS; User Registration Tool (URT); CiscoWorks SNMS; Service Level Manager; and Internet Performance Monitor (IPM).</li> </ul>



**Table 1** Product Features and Benefits (Continued)

Feature	Benefit
<b>Superior Manageability</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cisco IOS CLI support provides common user interface and command set with all Cisco routers and Cisco desktop switches.</li><li>• Supported by the Cisco QPM solution for end-to-end QoS policies</li><li>• Supported by the Service Assurance (SA) Agent to facilitate service level management throughout the LAN.</li><li>• Switch Database Manager templates for access, routing, and VLAN deployment scenarios allow the network administrator to easily maximize memory allocation to the desired features based on deployment-specific requirements.</li><li>• VLAN trunks can be created from any port using either standards-based 802.1Q tagging or the Cisco ISL VLAN architecture.</li><li>• Support for up to 1,005 VLANs per switch and up to 128 instances of spanning tree per switch.</li><li>• Voice VLAN simplifies telephony installations by keeping voice traffic on a separate VLAN for easier network administration and troubleshooting.</li><li>• Cisco VTP supports dynamic VLANs and dynamic trunk configuration across all switches.</li><li>• Cisco Group Management Protocol (CGMP) server functionality enables a switch to serve as the CGMP router for CGMP client switches—requires EMI.</li><li>• IGMP snooping provides for fast client joins and leaves of multicast streams and limits bandwidth-intensive video traffic to only the requestors.</li><li>• Embedded Remote Monitoring (RMON) software agent supports four RMON groups (History, Statistics, Alarms and Events) for enhanced traffic management, monitoring, and analysis.</li><li>• Support for all nine RMON groups through use of a SPAN port, which permits traffic monitoring of a single port, a group of ports, or the entire switch from a single network analyzer or RMON probe.</li><li>• Remote Switch Port Analyzer (RSPAN) allows network administrators to remotely monitor ports in a Layer 2 switch network from any other switch in the same network.</li><li>• Domain Name Services (DNS) provide IP address resolution with user-defined device names.</li><li>• Trivial File Transfer Protocol (TFTP) reduces the cost of administering software upgrades by downloading from a centralized location.</li><li>• Network Timing Protocol (NTP) provides an accurate and consistent timestamp to all switches within the intranet.</li><li>• Layer 2 traceroute eases troubleshooting by identifying the physical path that a packet takes from the source device to a destination device.</li><li>• Multifunction LEDs per port for port status, half-duplex/full-duplex, 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T indication, as well as switch-level status LEDs for system, redundant power supply, and bandwidth utilization provide a comprehensive and convenient visual management system.</li></ul>





## Product Specifications

**Table 2** Product Specifications

Feature	Description
Performance	<ul style="list-style-type: none"><li>• 24 Gbps switching fabric (Catalyst 3550-12G and 3550-12T), 13.6 Gbps switching fabric (Catalyst 3550-48), 8.8 Gbps switching fabric (Catalyst 3550-24, 3550-24 PWR, 3550-24-DC, and 3550-24-FX)</li><li>• 12 Gbps maximum forwarding bandwidth at Layer 2 and Layer 3 (Catalyst 3550-12G 3550-12T), 6.8 Gbps maximum forwarding bandwidth at Layer 2 and Layer 3 (Catalyst 3550-48), 4.4 Gbps maximum forwarding bandwidth at Layer 2 and Layer 3 (Catalyst 3550-24, 3550-24 PWR, 3550-24-DC, and 3550-24-FX)</li><li>• 17.0 Mpps forwarding rate for 64-byte packets (Catalyst 3550-12G and 3550-12T), 10.1 Mpps forwarding rate for 64-byte packets (Catalyst 3550-48), 6.6 Mpps forwarding rate for 64-byte packets (Catalyst 3550-24, 3550-24 PWR, 3550-24-DC, and 3550-24-FX)</li><li>• 4 MB memory architecture shared by all ports (Catalyst 3550-12G, 3550-12T, and 3550-48), 2 MB memory architecture shared by all ports (Catalyst 3550-24, 3550-24 PWR, 3550-24-DC, and 3550-24-FX)</li><li>• 64 MB DRAM and 16 MB Flash memory</li><li>• Configurable up to 12,000 MAC addresses (Catalyst 3550-12G and 3550-12T), Configurable up to 8,000 MAC addresses (Catalyst 3550-48, 3550-24, 3550-24 PWR, 3550-24-DC, and 3550-24-FX)</li><li>• Configurable up to 24,000 unicast routes (Catalyst 3550-12G and 3550-12T), Configurable up to 16,000 unicast routes (Catalyst 3550-48, 3550-24, 3550-24 PWR, 3550-24-DC, and 3550-24-FX)</li><li>• Configurable up to 8,000 multicast routes (Catalyst 3550-12G and 3550-12T), Configurable up to 2,000 multicast routes (Catalyst 3550-48, 3550-24, 3550-24 PWR, 3550-24-DC, and 3550-24-FX)</li><li>• Configurable Maximum Transmission Unit (MTU) of up to 2,000 Bytes for bridging of MPLS tagged frames (Catalyst 3550-12G and 3550-12T), Configurable Maximum Transmission Unit (MTU) of up to 1,546 Bytes for bridging of MPLS tagged frames (Catalyst 3550-48, 3550-24, 3550-24 PWR, 3550-24-DC, and 3550-24-FX)</li></ul>
Management	<ul style="list-style-type: none"><li>• BRIDGE-MIB</li><li>• CISCO-BULK-FILE-MIB</li><li>• CISCO-CDP-MIB</li><li>• CISCO-CLASS-BASED-QOS-MIB</li><li>• CISCO-CLUSTER-MIB</li><li>• CISCO-CONFIG-COPY-MIB</li><li>• CISCO-CONFIG-MAN-MIB</li><li>• CISCO-ENVMON-MIB</li><li>• CISCO-FLASH-MIB</li><li>• CISCO-FTP-CLIENT-MIB</li><li>• CISCO-HSRP-EXT-MIB</li><li>• CISCO-HSRP-MIB</li><li>• CISCO-IGMP-FILTER-MIB</li><li>• CISCO-IMAGE-MIB</li><li>• CISCO-IPMROUTE-MIB</li><li>• CISCO-MAC-NOTIFICATION-MIB</li><li>• CISCO-MEMORY-POOL-MIB</li><li>• CISCO-PAGP-MIB</li></ul>



**Table 2** Product Specifications (Continued)

Feature	Description
<b>Management</b> (continued)	<ul style="list-style-type: none"><li>• CISCO-PORT-QOS-MIB</li><li>• CISCO-PROCESS-MIB</li><li>• CISCO-RTTMON-MIB</li><li>• CISCO-STACKMAKER-MIB</li><li>• CISCO-STACK-MIB</li><li>• CISCO-STP-EXTENSIONS-MIB</li><li>• CISCO-SYSLOG-MIB</li><li>• CISCO-TCP-MIB</li><li>• CISCO-VLAN-IFTABLE-RELATIONSHIP-MIB</li><li>• CISCO-VLAN-MEMBERSHIP-MIB</li><li>• CISCO-VTP-MIB</li><li>• ENTITY-MIB</li><li>• IF-MIB</li><li>• IGMP-MIB</li><li>• IPMROUTE-MIBL2/L3 INTERFACE MIB</li><li>• OLD-CISCO-CHASSIS-MIB</li><li>• OLD-CISCO-SYSTEM-MIB</li><li>• OLD-CISCO-TS-MIB</li><li>• OSPF-MIB (RFC 1253)</li><li>• PIM-MIB</li><li>• RFC1213-MIB</li><li>• RMON2-MIB</li><li>• SNMPv2-MIB</li><li>• TCP-MIB</li><li>• UDP-MIB</li></ul>
<b>Standards</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• IEEE 802.1x</li><li>• IEEE 802.1w</li><li>• IEEE 802.1s</li><li>• IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports</li><li>• IEEE 802.1D Spanning-Tree Protocol</li><li>• IEEE 802.1p CoS Prioritization</li><li>• IEEE 802.1Q VLAN</li><li>• IEEE 802.3ad</li><li>• IEEE 802.3 10BASE-T specification</li><li>• IEEE 802.3u 100BASE-TX specification</li><li>• IEEE 802.3ab 1000BASE-T specification</li><li>• IEEE 802.3z 1000BASE-X specification</li><li>• 1000BASE-X (GBIC)</li><li>• 1000BASE-SX</li><li>• 1000BASE-LX/LH</li><li>• 1000BASE-ZX</li><li>• 1000BASE-CWDM GBIC 1470nm</li><li>• 1000BASE-CWDM GBIC 1490nm</li></ul>



**Table 2** Product Specifications (Continued)

Feature	Description
<b>Standards</b> (continued)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1000BASE-CWDM GBIC 1510nm</li> <li>• 1000BASE-CWDM GBIC 1530nm</li> <li>• 1000BASE-CWDM GBIC 1550nm</li> <li>• 1000BASE-CWDM GBIC 1570nm</li> <li>• 1000BASE-CWDM GBIC 1590nm</li> <li>• 1000BASE-CWDM GBIC 1610nm</li> <li>• RMON I and II standards</li> <li>• SNMPv1, SNMPv2c, SNMPv3</li> </ul>
<b>Y2K</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Y2K compliant</li> </ul>
<b>Connectors and Cabling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10BASE-T ports: RJ-45 connectors; two-pair Category 3, 4, or 5 unshielded twisted-pair (UTP) cabling</li> <li>• 100BASE-TX ports: RJ-45 connectors; two-pair Category 5 UTP cabling</li> <li>• 1000BASE-T ports: RJ-45; two-pair Category 5 UTP cabling</li> <li>• 1000BASE-T GBIC-based ports: RJ-45 connectors; two-pair Category 5 UTP cabling</li> <li>• 1000BASE-SX, -LX/LH, -ZX, and CWDM GBIC-based ports: SC fiber connectors, single-mode or multimode fiber</li> <li>• Cisco GigaStack GBIC ports: copper-based Cisco GigaStack cabling</li> <li>• Management console port: 8-pin RJ-45 connector, RJ-45-to-RJ-45 rollover cable with RJ-45-to-DB9 adapter for PC connections; for terminal connections, use RJ-45-to-DB25 female data-terminal-equipment (DTE) adapter (can be ordered separately from Cisco, part number ACS-DSBUASYN=)</li> </ul>
<b>Power Connectors</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Customers can provide power to a switch by using either the internal power supply or the Cisco RPS. The RPS 300 is compatible with all Catalyst 3550 models except the 3550-24-DC and 3550-24 PWR. The RPS 675 is compatible with all Catalyst 3550 models except the 3550-24-DC. The connectors are located at the back of the switch.</li> </ul> <p><b>Internal Power Supply Connector</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The internal power supply is an auto-ranging unit.</li> <li>• The internal power supply supports input voltages between 100 and 240 VAC.</li> <li>• Use the supplied AC power cord to connect the AC power connector to an AC power outlet.</li> </ul> <p><b>Cisco RPS 675 Connector</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The connector offers connection for an optional Cisco RPS 675 that uses AC input and supplies DC output to the switch.</li> <li>• The connector offers a 675-watt redundant power system that can support six external network devices and provides power to one failed device at a time.</li> <li>• The connector automatically senses when the internal power supply of a connected device fails and provides power to the failed device, preventing loss of network traffic.</li> <li>• Attach only the Cisco RPS 675 (model PWR675-AC-RPS-N1=) to the redundant power supply receptacle with this connector. See above for Catalyst 3550 RPS compatibility.</li> </ul> <p><b>Cisco RPS 300 Connector</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The connector offers connection for an optional Cisco RPS 300 that uses AC input and supplies DC output to the switch.</li> <li>• The connector offers a 300-watt redundant power system that can support six external network devices and provides power to one failed device at a time.</li> <li>• The connector automatically senses when the internal power supply of a connected device fails and provides power to the failed device, preventing loss of network traffic.</li> <li>• Attach only the Cisco RPS 300 (model PWR300-AC-RPS-N1) to the redundant power supply receptacle with this connector. See above for Catalyst 3550 RPS compatibility.</li> </ul>

**Table 2** Product Specifications (Continued)

Feature	Description
<b>Indicators</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Per-port status LEDs: link integrity, disabled, activity, speed, and full-duplex indications</li> <li>• System status LEDs: system, RPS, and bandwidth utilization indications</li> </ul>
<b>Dimensions and Weight (H x W x D)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.63 x 17.5 x 15.9 in. (6.7 x 44.5 x 40.4 cm) (Catalyst 3550-12G and 3550-12T)</li> <li>• 1.75 x 17.5 x 17.4 in (4.45 x 44.5 x 44 cm) (Catalyst 3550-24 PWR)</li> <li>• 1.75 x 17.5 x 14.4 in. (4.45 x 44.5 x 36.6 cm) (Catalyst 3550-24 and 3550-24-DC)</li> <li>• 1.75 x 17.5 x 16.3 in. (4.45 x 44.5 x 41.3 cm) (Catalyst 3550-24-FX and 3550-48)</li> <li>• 1.5 RU high (Catalyst 3550-12G and 3550-12T)</li> <li>• 1.0 RU high (Catalyst 3550-48 and 3550-24, 3550-24 PWR, 3550-24-DC and 3550-24-FX)</li> <li>• 16 lb (7.3 kg) (Catalyst 3550-12G and 3550-12T)</li> <li>• 14 lb (6.35 kg) (Catalyst 3550-24 PWR)</li> <li>• 11 lb (5.0 kg) (Catalyst 3550-24 and 3550-24-DC)</li> <li>• 12 lb (5.5 kg) (Catalyst 3550-24-FX)</li> <li>• 13 lb (5.9 kg) (Catalyst 3550-48)</li> </ul>
<b>Environmental Ranges</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operating temperature: 32° to 113°F (0° to 45°C)</li> <li>• Storage temperature: 13° to 158°F (25° to 70°C)</li> <li>• Operating relative humidity: 10 to 85% (non-condensing)</li> <li>• Operating altitude: Up to 10,000 ft (3,049 m)</li> <li>• Storage altitude: Up to 15,000 ft (4,573 m)</li> </ul>
<b>Power Requirements</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Power consumption: 190 W (maximum), 650 BTUs per hour (Catalyst 3550-12G and 3550-12T); 525W (maximum), 1790 BTUs per hour (Catalyst 3550-24 PWR); 65 W (maximum), 222 BTUs per hour (Catalyst 3550-24); 110 W (maximum), 375 BTUs per hour (Catalyst 3550-48); 72 W (maximum), 250 BTUs per hour (Catalyst 3550-24-DC); 85 W (maximum), 290 BTUs per hour (Catalyst 3550-24-FX)</li> <li>• AC input voltage/frequency: 100 to 127/200 to 240 VAC (auto-ranging), 50 to 60 Hz</li> <li>• DC Input Voltages</li> <li>• RPS input +12V @ 13A (Catalyst 3550-12G, 3550-12T, and 3550-48); +12V @ 8.3A (Catalyst 3550-24 and 3550-24-FX); +12V @ 7.5A and - 48V @ 7.8A (Catalyst 3550-24 PWR)</li> <li>• DC input for 3550-24-DC: -36 to 72VDC @ 2A</li> </ul>
<b>Acoustic Noise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 7770, bystander position operating to an ambient temperature of 30 degrees Celsius:</li> <li>• Catalyst 3550-12G and 3550-12T: 58 dBa</li> <li>• Catalyst 3550-24 and 3550-24-DC: 48 dBa</li> <li>• Catalyst 3550-48 and 3550-24-FX: 46 dBa</li> <li>• Catalyst 3550-24 PWR: 47 dBa</li> </ul>
<b>Mean Time Between Failure (MTBF)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 110,332 hours (Catalyst 3550-12G)</li> <li>• 113,658 hours (Catalyst 3550-12T)</li> <li>• 166,356 hours (Catalyst 3550-24 PWR)</li> <li>• 193,000 hours (Catalyst 3550-24)</li> <li>• 163,000 hours (Catalyst 3550-48)</li> <li>• 183,000 hours (Catalyst 3550-24-DC)</li> <li>• 186,000 hours (Catalyst 3550-24-FX)</li> </ul>

**Table 2** Product Specifications (Continued)

Feature	Description
<b>Regulatory Agency Approvals</b>	
<b>Safety Certifications</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UL to UL 1950, Third Edition</li> <li>• c-UL to CAN/CSA 22.2 No. 950-95, Third Edition</li> <li>• TÜV/GS to EN 60950 with Amendment A1-A4 and A11</li> <li>• CB to IEC 60950 with all country deviations</li> <li>• NOM to NOM-019-SCFI</li> <li>• CE Marking</li> </ul>
<b>Electromagnetic Emissions Certifications</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FCC Part 15 Class A</li> <li>• EN 55022 Class A (CISPR 22 Class A)</li> <li>• VCCI Class A</li> <li>• AS/NZS 3548 Class A</li> <li>• BSMI</li> <li>• CE Marking</li> </ul>
<b>Network Equipment Building Systems (NEBS) (for Catalyst 3550-24-DC)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bellcore</li> <li>• GR-1089-CORE</li> <li>• GR-63-CORE</li> <li>• SR-3580 Level 3</li> </ul>
<b>Warranty</b>	Limited lifetime warranty

**Service and Support**

The services and support programs described in the table below are available as part of the Cisco Desktop Switching Service and Support solution, and are available directly from Cisco and through resellers.

Service and Support	Features	Benefits
<b>Advanced Services</b>		
<p><b>Total Implementation Solutions (TIS) available direct from Cisco</b></p> <p><b>Packaged Total Implementation Solutions (Packaged TIS) available through resellers</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Project management</li> <li>• Site survey, configuration deployment</li> <li>• Installation, test, and cutover</li> <li>• Training</li> <li>• Major Moves, Adds, Changes (MAC)</li> <li>• Design review and product staging</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supplements existing staff</li> <li>• Ensures functionality meets needs</li> <li>• Mitigates risk</li> </ul>
<b>Technical Support Services</b>		
<p><b>SMARTnet and SMARTnet Onsite (OS) available direct from Cisco</b></p> <p><b>Packaged SMARTnet available through resellers</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24x7 access to software updates</li> <li>• Web access to technical repositories</li> <li>• Telephone support through the Technical Assistance Center</li> <li>• Advance replacement of hardware parts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enables proactive or expedited issue resolution</li> <li>• Lowers cost of ownership by utilizing Cisco expertise and knowledge</li> <li>• Minimize network downtime</li> </ul>



## Ordering Information

**Table 3** Ordering Information

Model Numbers	Configuration
WS-C3550-12G	<ul style="list-style-type: none"><li>• 10 1000BASE-X ports + 2 10/100/1000BASE-T ports</li><li>• 1.5 RU stackable, multilayer Gigabit Ethernet switch</li><li>• Delivers enterprise-class intelligent services to the network edge</li><li>• Provides advanced IP routing</li></ul>
WS-C3550-12T	<ul style="list-style-type: none"><li>• 10 10/100/1000BASE-T ports + 2 1000BASE-X ports</li><li>• 1.5 RU stackable, multilayer Gigabit Ethernet switch</li><li>• Delivers enterprise-class intelligent services to the network edge</li><li>• Provides advanced IP routing</li></ul>
WS-C3550-24-SMI	<ul style="list-style-type: none"><li>• 24 10/100 ports + 2 1000BASE-X ports</li><li>• 1 RU stackable, multilayer switch</li><li>• Delivers enterprise-class intelligent services and basic IP routing to the network edge</li><li>• SMI installed, upgradeable to advanced IP routing</li></ul>
WS-C3550-24PWR-SMI	<ul style="list-style-type: none"><li>• 24 10/100 ports + 2 1000BASE-X ports</li><li>• 1 RU stackable, multilayer switch; integrated inline power</li><li>• Delivers enterprise-class intelligent services and basic IP routing to the network edge</li><li>• SMI installed, upgradeable to advanced IP routing</li></ul>
WS-C3550-24-DC-SMI	<ul style="list-style-type: none"><li>• 24 10/100 ports + 2 1000BASE-X ports</li><li>• 1 RU stackable, multilayer switch; DC-powered</li><li>• Delivers enterprise-class intelligent services and basic IP routing to the network edge</li><li>• SMI installed, upgradeable to advanced IP routing</li></ul>
WS-C3550-24-FX-SMI	<ul style="list-style-type: none"><li>• 24 100FX ports + 2 1000BASE-X ports</li><li>• 1 RU stackable, multilayer switch</li><li>• Delivers enterprise-class intelligent services and basic IP routing to the network edge</li><li>• SMI installed, upgradeable to advanced IP routing</li></ul>
WS-C3550-24-EMI	<ul style="list-style-type: none"><li>• 24 10/100 ports + 2 1000BASE-X ports</li><li>• 1 RU stackable, multilayer switch</li><li>• Delivers enterprise-class intelligent services to the network edge</li><li>• EMI installed</li><li>• Provides advanced IP routing</li></ul>
WS-C3550-24PWR-EMI	<ul style="list-style-type: none"><li>• 24 10/100 ports + 2 1000BASE-X ports</li><li>• 1 RU stackable, multilayer switch; integrated inline power</li><li>• Delivers enterprise-class intelligent services to the network edge</li><li>• EMI installed</li><li>• Provides advanced IP routing</li></ul>
WS-C3550-48-SMI	<ul style="list-style-type: none"><li>• 48 10/100 ports + 2 1000BASE-X ports</li><li>• 1 RU stackable, multilayer switch</li><li>• Delivers enterprise-class intelligent services and basic IP routing to the network edge</li><li>• SMI installed, upgradeable to advanced IP routing</li></ul>



**Table 3** Ordering Information (Continued)

Model Numbers	Configuration
WS-C3550-48-EMI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 48 10/100 ports + 2 1000BASE-X ports</li> <li>• 1 RU stackable, multilayer switch</li> <li>• Delivers enterprise-class intelligent services to the network edge</li> <li>• EMI installed</li> <li>• Provides advanced IP routing</li> </ul>
CD-3550-EMI=	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EMI upgrade kit for standard versions of the Catalyst 3550-24, 3550-24 PWR, 3550-24-DC, 3550-24-FX and 3550-48 switches</li> <li>• Provides advanced IP routing</li> </ul>
RCKMNT-3550-1.5RU=	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spare rack mount kit for the Catalyst 3550-12G and 3550-12T switches</li> </ul>
RCKMNT-1RU=	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spare rack mount kit for the Catalyst 3550-24, 3550-24 PWR, 3550-24-DC, 3550-24-FX and 3550-48 switches</li> </ul>

**For More Information on Cisco Products, Contact:**

- US and Canada: 800 553-NETS (6387)
- Europe: 32 2 778 4242
- Australia: 612 9935 4107
- Other: 408 526-7209
- World Wide Web URL: <http://www.cisco.com>



Corporate Headquarters  
Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, CA 95134-1706  
USA  
[www.cisco.com](http://www.cisco.com)  
Tel: 408 526-4000  
800 553-NETS (6387)  
Fax: 408 526-4100

European Headquarters  
Cisco Systems International BV  
Haarlerbergpark  
Haarlerbergweg 13-19  
1101 CH Amsterdam  
The Netherlands  
[www-europe.cisco.com](http://www-europe.cisco.com)  
Tel: 31 0 20 357 1000  
Fax: 31 0 20 357 1100

Americas Headquarters  
Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, CA 95134-1706  
USA  
[www.cisco.com](http://www.cisco.com)  
Tel: 408 526-7660  
Fax: 408 527-0883

Asia Pacific Headquarters  
Cisco Systems, Inc.  
Capital Tower  
168 Robinson Road  
#22-01 to #29-01  
Singapore 068912  
[www.cisco.com](http://www.cisco.com)  
Tel: +65 6317 7777  
Fax: +65 6317 7799

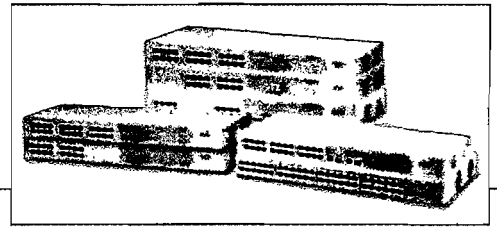
Cisco Systems has more than 200 offices in the following countries and regions. Addresses, phone numbers, and fax numbers are listed on the

**Cisco Web site at [www.cisco.com/go/offices](http://www.cisco.com/go/offices)**

Argentina • Australia • Austria • Belgium • Brazil • Bulgaria • Canada • Chile • China PRC • Colombia • Costa Rica • Croatia  
Czech Republic • Denmark • Dubai, UAE • Finland • France • Germany • Greece • Hong Kong SAR • Hungary • India • Indonesia • Ireland  
Israel • Italy • Japan • Korea • Luxembourg • Malaysia • Mexico • The Netherlands • New Zealand • Norway • Peru • Philippines • Poland  
Portugal • Puerto Rico • Romania • Russia • Saudi Arabia • Scotland • Singapore • Slovakia • Slovenia • South Africa • Spain • Sweden  
Switzerland • Taiwan • Thailand • Turkey • Ukraine • United Kingdom • United States • Venezuela • Vietnam • Zimbabwe

All contents are Copyright © 1992-2003 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. CCIP, CCSP, the Cisco Arrow logo, the Cisco Powered Network mark, Cisco Unity, Follow Me Browsing, FormShare, and StackWise are trademarks of Cisco Systems, Inc.; Changing the Way We Work, Live, Play, and Learn, and IQuick Study are service marks of Cisco Systems, Inc.; and Aironet, ASIST, BPX, Catalyst, CCDA, CCDP, CCIE, CCNA, CCNP, Cisco, the Cisco Certified Internetwork Expert logo, Cisco IOS, the Cisco IOS logo, Cisco Press, Cisco Systems, Cisco Systems Capital, the Cisco Systems logo, Empowering the Internet Generation, Enterprise Solver, EtherChannel, EtherSwitch, Fast Step, GlisStack, Internet Quotient, IOS, IP/TV, IQ Expertise, the IQ logo, IQ Net Readiness Scorecard, LightStream, MGX, MICA, the Networkers logo, Networking Academy, Network Registrar, Packet, PIX, Post-Routing, Pre-Routing, RateMUX, Registrar, ScriptShare, SlideCast, SMARTnet, StrataView Plus, Stratix, SwitchProbe, TalcRouter, The Fastest Way to Increase Your Internet Quotient, TransPath, and VCO are registered trademarks of Cisco Systems, Inc. and/or its affiliates in the U.S. and certain other countries.

All other trademarks mentioned in this document or Web site are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company. (0304R)



DATA SHEET

## 3Com® Baseline Switches

### Key Benefits

#### Wide-Ranging Unmanaged Family

Small to mid-sized businesses looking for a switched LAN with or without high-speed uplinks, or a low cost, high-performance Gigabit network, will find an affordable solution with the family of 3Com® Baseline switches, designed for plug-and-play network operation.

#### 10/100 Switching with Legacy Support

3Com Baseline 10/100 16-port and 24-port switches are ideal for businesses with legacy Ethernet desktops that want to start a network. Fast Ethernet (100 Mbps) support easily handles higher speed desktop and office server connections.

#### 10/100 Switching, Gigabit Uplinks

For businesses ready to step up their network performance, the 3Com Baseline Switch 2226 and 2250 offer 10/100 switching with two high-speed dual purpose ports that can be used either as 10/100/1000 for fixed copper connections, or fiber connections utilizing two Gigabit SFP (Small Form-Factor Plug-in or mini-GBIC) transceiver slots that accommodate any standard 1000BASE-LX or -SX transceiver module.

#### High-Performance 10/100/1000 Switching

For top performance, the 3Com Baseline 10/100/1000 Switch 8-port and Baseline Switch 2816 and 2824 deliver wirespeed Gigabit throughput and a switching capacity of up to 48 Gbps to handle the most bandwidth-hungry applications.

#### Plug-and-Play Unmanaged Operation

3Com Baseline switches operate straight out of the box, with no configuration required. Auto MDI/MDIX ports identify and adapt to the Ethernet cable type, eliminating the most common cabling errors and simplifying installation. Autosensing ports detect and adjust to the speed of the connected device to optimize network performance.

#### Advanced Switching Features

IEEE 802.1p Class-of-Service (CoS) traffic prioritization makes sure that real-time applications such as video and audio take priority so they run effectively, and enable the switches to operate in larger networks.

#### Rack-Mounted or Free-Standing Configuration

Small-business configurations can vary, so the switches are designed to operate as a free-standing or rack-mounted switch with included mounting kit. The standard 19-inch, one rack-unit-high (1 RU) enclosure optimizes valuable office space.

#### Top Reliability with Limited Lifetime Warranty

Sturdy design and construction pays off in high reliability and long service life. Limited Lifetime hardware warranty and Advance Hardware Replacement\* provide peace of mind long after deployment.

\*For U.S. and EU countries.



## 3COM® BASELINE SWITCHES

### 3Com Baseline Switches at a Glance

	3Com Baseline 10/100 Switch 16-port	3Com Baseline 10/100 Switch 24-port	3Com Baseline Switch 2226	3Com Baseline Switch 2250	3Com Baseline 10/100/1000 Switch 8-port	3Com Baseline Switch 2816	3Com Baseline Switch 2824
<b>Order Number</b>	<b>3C16470</b>	<b>3C16471</b>	<b>3C16475A</b>	<b>3C16476A</b>	<b>3C16477</b>	<b>3C16478</b>	<b>3C16479</b>
<b>Ports - Autosensing</b>	16 10/100 Ethernet	24 10/100 Ethernet	24 10/100, 2 dual-purpose 10/100/1000 or SFP	48 10/100, 2 dual-purpose 10/100/1000 or SFP	8 10/100/1000 Ethernet	16 10/100/1000 Ethernet	24 10/100/1000 Ethernet
<b>LED Indicators</b>	Power, Network traffic/Duplex mode, Link status/Speed	Power, Network traffic/Duplex mode, Link status/Speed	Power, Network traffic/Duplex mode, Link status/Speed, Module active	Power, Network traffic/Duplex mode, Link status/Speed, Module active	Power, Network traffic/Duplex mode, Link status/Speed	Power, Network traffic/Duplex mode, Link status/Speed	Power, Network traffic/Duplex mode, Link status/Speed
<b>802.1p Traffic Prioritization (Priority Queuing)</b>	2 queues on every port	2 queues on every port	2 queues on every port	2 queues on every port	2 queues on every port	2 queues on every port	2 queues on every port
<b>MAC Addresses</b>	4,000	4,000	4,000	8,000	8,000	32,000	32,000
<b>MDI/MDIX - Automatic configuration on all ports</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Forwarding Method</b>	Store & Forward	Store & Forward	Store & Forward	Store & Forward	Store & Forward	Store & Forward	Store & Forward

### Features and Benefits

Feature	Benefit
<b>Powerful, Advanced Switching</b>	
Gigabit performance (3C16475A, 3C16476A, 3C16477, 3C16478, 3C16479)	Connect to servers and desktops running at 10, 100, or 1000 Mbps. 48 Gbps switching capacity supports highest speed servers and desktops without additional network investment.
Optional SFP transceiver module support (3C16478, 3C16479)	Baseline Switch 2226 and Switch 2250 include two Gigabit SFP transceiver slots that support multimode shortwave fiber (1000BASE-SX) or multimode longwave fiber (1000BASE-LX) connections. Mix and match SFP transceivers for media support flexibility.
Non-blocking performance	Baseline switches operate at full wirespeed on all ports, delivering unimpeded access to networked resources.
IEEE 802.1p traffic prioritization (priority queuing) and CoS support	Allow networks to run real-time multimedia applications more effectively by reserving bandwidth for time-sensitive video, audio, and voice traffic.
Cost-effective 10/100/1000 connections	Range of port densities provides expansion for growing small businesses at a very affordable price per port.
<b>Simple Installation and Use</b>	
Auto MDI/MDIX ports	Simplify installation by eliminating common cabling errors, automatically detecting the type of Ethernet cable used—straight-through or crossover.
Pre-configured setup	Makes sure that switches work "right out of the box" with no configuration or management software needed.
Easy-to-read front panel LEDs	Give at-a-glance status and network information to simplify diagnostics and troubleshooting.
Consistent form factor	Clean design, standard 1RU enclosure optimizes rack space.
<b>Reliable</b>	
Sturdy, dependable design	3Com delivers premium-quality, reliable networking products that stay up and running year after year.
Complete, market-leading support package	Limited lifetime hardware warranty, including fan and power supply, provides peace of mind. 90-day free telephone support and unlimited web support is there when you need it. Advance Hardware Replacement means that on a rare occasion of a faulty unit, 3Com will send you a replacement unit before you send the faulty unit back for repair.

## Specifications

### Total Ports

3C16470: 16 autosensing 10/100  
 3C16471: 24 autosensing 10/100  
 3C16475A: 24 autosensing 10/100, 2 dual purpose  
 10/100/1000 or SFP (26 ports total  
 maximum)  
 3C16476A: 48 autosensing 10/100, 2 dual purpose  
 10/100/1000 or SFP (50 ports total  
 maximum)  
 3C16477: 8 autosensing 10/100/1000  
 3C16478: 16 autosensing 10/100/1000  
 3C16479: 24 autosensing 10/100/1000

### Standards Conformance

ISO 8802-3  
 IEEE 802.3 (Ethernet)  
 IEEE 802.3u (Fast Ethernet)  
 IEEE 802.1d (bridging)  
 IEEE 802.3x (flow control)  
 IEEE 802.3ab (Gigabit Ethernet)  
 IEEE 802.1p (traffic prioritization)

### Media Interfaces

10/100/1000BASE-TX/RJ-45

### MAC Addresses

3C16470, 3C16471, and 3C16475A: 4000  
 3C16476A and 3C16477: 8000  
 3C16478 and 3C16479: 32,000

### Ethernet Switching Features

Wirespeed, non-blocking Layer 2 switching; Store-and-forward forwarding; Full-/half-duplex auto-negotiation; 802.1p traffic prioritization (priority queuing)

### Electrical Power

*Power inlet:* IEC 320  
*AC line frequency:* 47/63 Hz  
*Input voltage:* 100-240 VAC  
*Current rating:* 1A (max)  
*Maximum power consumption:*  
 3C16470 – 15W,  
 3C16471 and 3C16475A – 20W,  
 3C16476A – 56W,  
 3C16477 – 28W,  
 3C16478 – 36.5W,  
 3C16479 – 45.7W  
*Maximum power dissipation:*  
 3C16470 – 52 BTU/hr,  
 3C16471 – 68 BTU/hr,  
 3C16475A – 68.3 BTU/hr,  
 3C16476A – 184.3 BTU/hr,  
 3C16477 – 95.6 BTU/hr,  
 3C16478 – 124.6 BTU/hr,  
 3C16479 – 56 BTU/hr

### LED Indicators

Module active (3C16475A and 3C16476A only),  
 Power, Network traffic/Duplex mode, Link status/Speed

### Operating Temperature:

0° to 50°C (32° to 122°F)

Humidity: 10 to 90% (non-condensing)

### Safety

UL 1950, EN 60950, CSA 22.2 #950 IEC 60950

### Emissions

EN 55022 Class A, FCC Part 15 Subpart B Class A,  
 ICES-003 Class A, VCCI Class A,  
 AS/NZS 3548 Class A, CNS 13438 Class A

### Environmental

EN 60068 (IEC 68)

### Immunity

EN 55024

### Physical Dimensions

Height: 44 cm (17.3 in)

Depth: 3C16470, 3C16471, 3C16475A, 3C16477,  
 3C16478 and 3C16479 – 17.3 cm (6.8 in);  
 3C16476A – 23.5 cm (9.3 in)

Width: 4.4 cm (1.7 in)

Weight: 3C16470, 3C16471, 3C16475A, 3C16476A  
 and 3C16477 – 2.6 kg (6 lb);

3C16478 – 1.87 kg (4.12 lb); 3C16479 – 1.96 kg  
 (4.32 lb)

### Package Contents

Baseline Switch  
 Rubber feet  
 Rack-mount kit  
 User's guide

### Hardware Warranty and Non-Warranty Services

Limited Lifetime Warranty, for as long as the original customer owns the product, or five years after product discontinuance, whichever occurs first. After registering the product online, other free support services such as 90 days free telephone support and next business day advanced hardware replacement may also be available, depending on the region. Please refer to warranty information card product insert for details.

## 3COM® BASELINE SWITCHES

### Ordering Information

All Baseline switches include:

- Plug and play simplicity
- No configuration required
- Compact 1RU-high enclosure
- Easy installation and upgrade rack mounting kit
- Free-standing or 19-inch rack-mounted operation

3Com Baseline 10/100 Switch 16-port	3C16470
3Com Baseline 10/100 Switch 24-port	3C16471
3Com Baseline Switch 2226	3C16475A
3Com Baseline Switch 2250	3C16476A
3Com Baseline 10/100/1000 Switch 8-port	3C16477
3Com Baseline Switch 2816	3C16478
3Com Baseline Switch 2824	3C16479
<b>Optional Modules for 3Com Baseline Switch 2226 and Switch 2250</b>	
3Com 1000BASE-SX SFP	3CSFP191
3Com 1000BASE-LX SFP	3CSFP192



3Com Corporation, Corporate Headquarters, 350 Campus Drive, Marlborough, MA 01752-3064

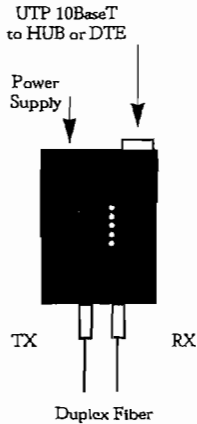
To learn more about 3Com solutions, visit [www.3com.com](http://www.3com.com). 3Com is publicly traded on NASDAQ under the symbol COMS.

Copyright © 2003 3Com Corporation. All rights reserved. 3Com and the 3Com logo are registered trademarks of 3Com Corporation. Possible made practical is a trademark of 3Com Corporation. All other company and product names may be trademarks of their respective companies. While every effort is made to ensure the information given is accurate, 3Com does not accept liability for any errors or mistakes which may arise. Specifications and other information in this document may be subject to change without notice.

400838-001 12/03

## Diagnostic LED's

- TP/RCV is lit when the unit is receiving packets from the 10BaseT network.
- TP/COL is lit when a collision is occurring on the 10BaseT network.
- POWER is lit if the unit is receiving power from the adapter.
- FIBER/RCV is lit when the unit is receiving packets from the fiber network.
- FIBER/COL is lit when a collision is occurring on the fiber network.
- FIBER/LNK is lit when a valid optical signal (data or idle) is being received at fiber RX.



# Model NUD5139 10BaseFL to 10BaseT Converter

## user guide



1950 Swarthmore Ave.  
Lakewood, NJ 08701  
Phone: (800) 844-5757  
Fax: (732) 905-5708

## Installation Procedure

Read the instructions completely prior to installing this converter to the network.

Attach the UTP cable from the network to the RJ45 port on the 5139. Connect duplex fiber to the TX and RX "ST" connectors. Make sure fiber connections are "crossed" - i.e. the 5139's TX must go to the RX of the unit it is connected to and vice-versa.

Standard fiber for 10BaseFL is 62.5/125µm. The fiber optic components can handle other sizes such as 100/140µm, but the transmit level may be too "hot" unless the fiber is long enough to provide sufficient attenuation.

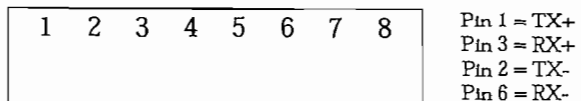
Apply power from the wall adapter unit.

pair devices are connected both should be set the same way, i.e. both link tests on or both link tests off.

There is a second option which may be useful in some cases. The FOIRL specification covered connections to repeaters only, and thus specified that the SQE function be disabled. 10BaseFL required the option to enable SQE for connection to a DTE. A shunt is installed on two of three pins on the side marked R (repeater-SQE disabled). Moving the shunt to the side marked D (DTE) will enable SQE. Since the SQE function goes to a 10BaseT chip rather than directly to an AUI port, the SQE collision will produce a jam on the twisted pair, which may be propagated to an AUI port to function as SQE.

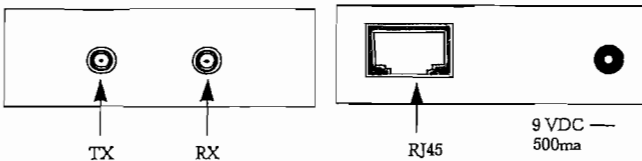
## Cable Requirements

The 5139 unit is wired in the same fashion as a 10BaseT transceiver:



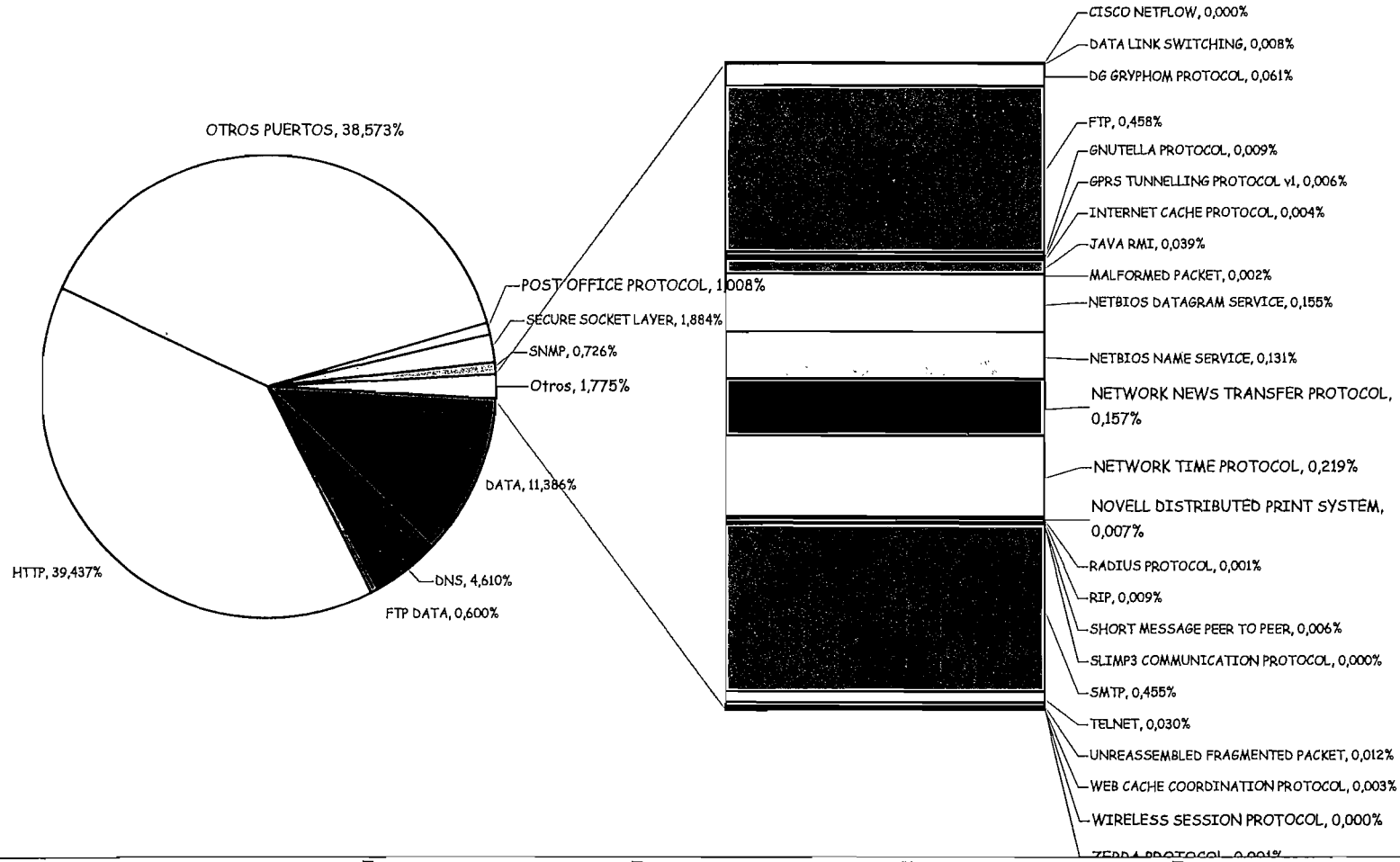
To connect a HUB, simply wire 1, 2, 3, 6 straight through. To connect another 5139, 5177, 5179, etc. wire 1 to 3, 2 to 6, 3 to 1, 6 to 2.

A short "crossed" cable for this purpose is supplied with the unit.



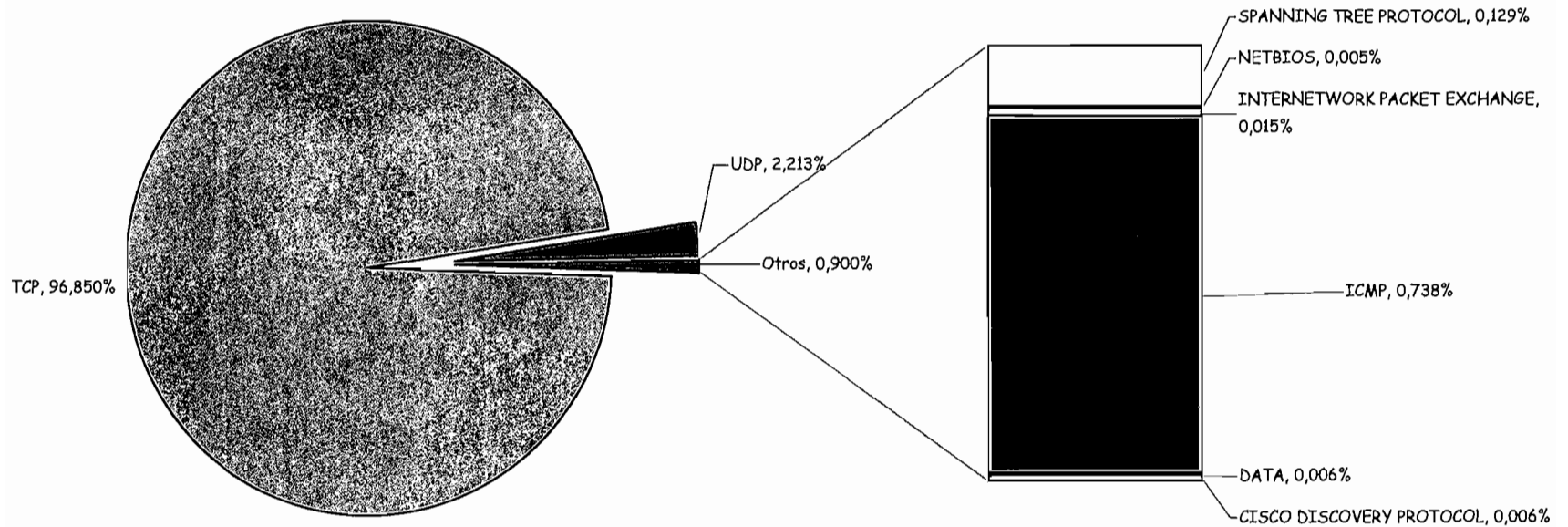
The 10BaseT standard employs the transmit-equalization method with the added function of LINK test. The 5139 is shipped with the Link Test function enabled. For some non-standard applications such as Starlan-10, the Link Test function should be disabled. To do this, open the case by removing the four screws on the sides and the nuts on the fiber connectors. Then slide the two case halves apart. Locate the shunt installed on one pin of a pair and move it so it is across the two pins. Test operation and then reinstall case. Wherever two twisted

# Protocolos de Capa Aplicación



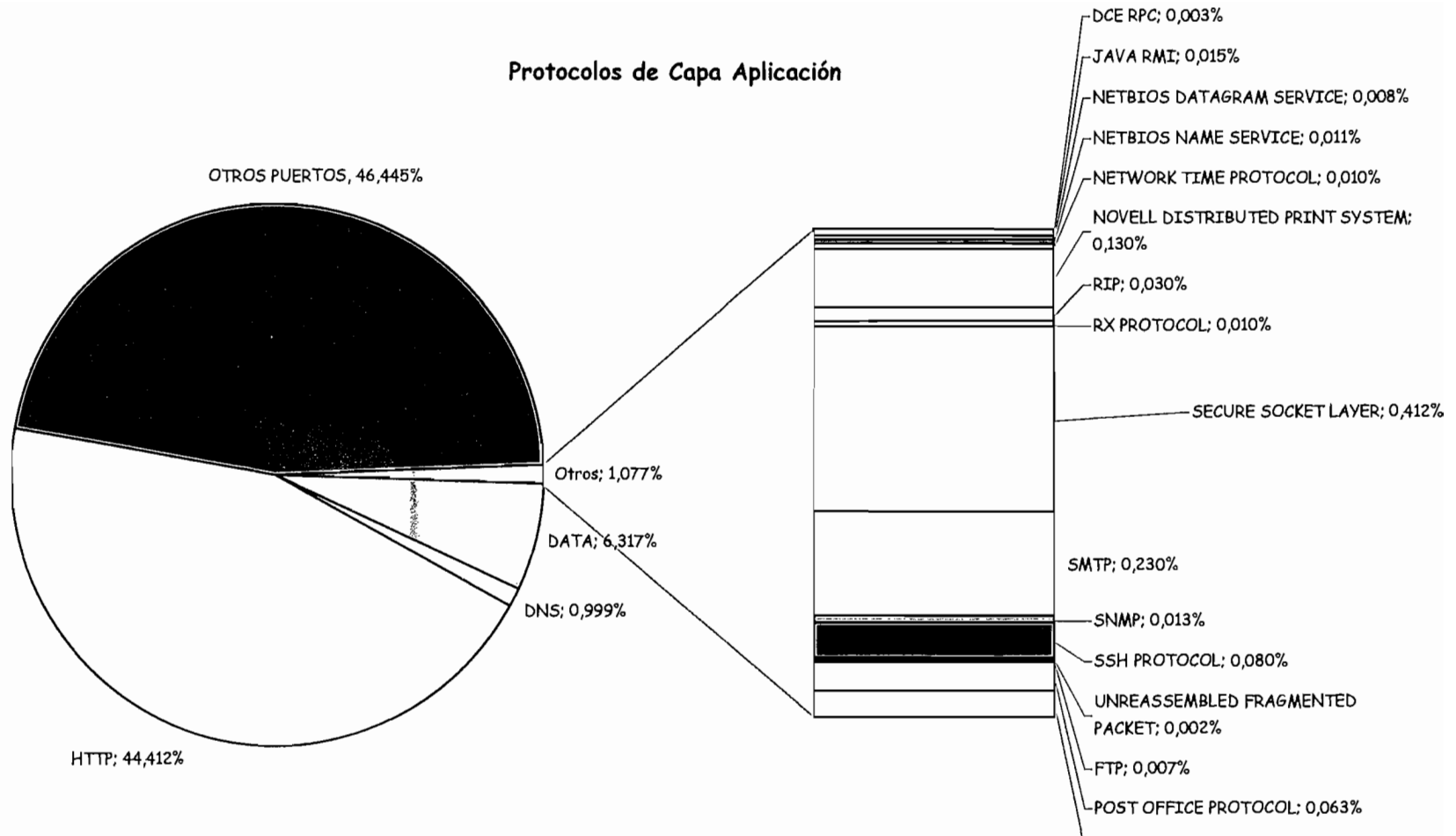
■ CISCO NETFLOW	■ DATA	■ DATA LINK SWITCHING	■ DG GRYPHOM PROTOCOL	■ DNS	■ FTP
■ FTP DATA	■ GNUTELLA PROTOCOL	■ GPRS TUNNELLING PROTOCOL v1	■ HTTP	■ INTERNET CACHE PROTOCOL	■ JAVA RMI
■ MALFORMED PACKET	■ NETBIOS DATAGRAM SERVICE	■ NETBIOS NAME SERVICE	■ NETWORK NEWS TRANSFER PROTOCOL	■ NETWORK TIME PROTOCOL	■ NOVELL DISTRIBUTED PRINT SYSTEM
■ OTROS PUERTOS	■ POST OFFICE PROTOCOL	■ RADIUS PROTOCOL	■ RIP	■ SECURE SOCKET LAYER	■ SHORT MESSAGE PEER TO PEER
■ SLIMP3 COMMUNICATION PROTOCOL	■ SMTP	■ SNMP	■ TELNET	■ UNREASSEMBLED FRAGMENTED PACKET	■ WEB CACHE COORDINATION PROTOCOL
■ WIRELESS SESSION PROTOCOL	■ ZEBRA PROTOCOL				

## Protocolos de Capa Transporte



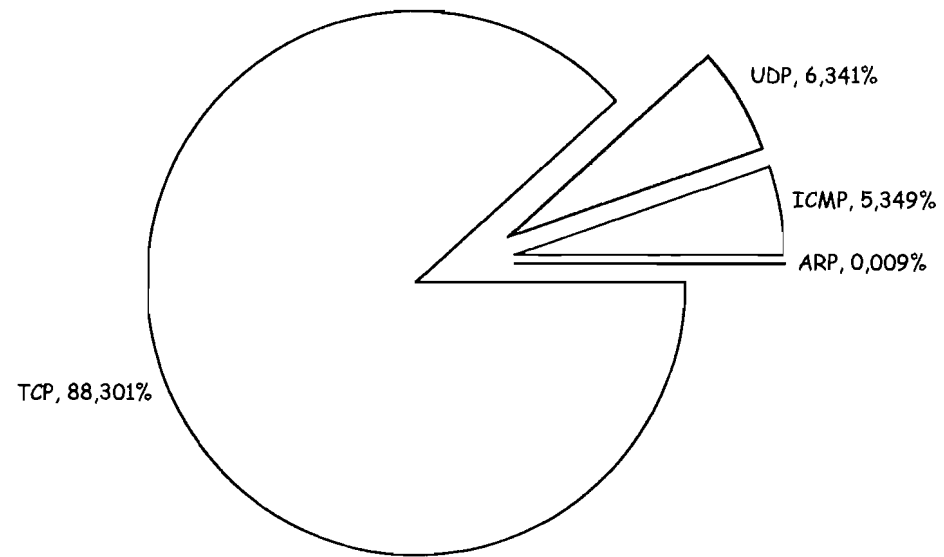
<input checked="" type="checkbox"/> TCP	<input checked="" type="checkbox"/> UDP
<input type="checkbox"/> SPANNING TREE PROTOCOL	<input type="checkbox"/> NETBIOS
<input type="checkbox"/> INTERNETWORK PACKET EXCHANGE	<input checked="" type="checkbox"/> ICMP
<input checked="" type="checkbox"/> DATA	<input type="checkbox"/> CISCO DISCOVERY PROTOCOL

## Protocolos de Capa Aplicación

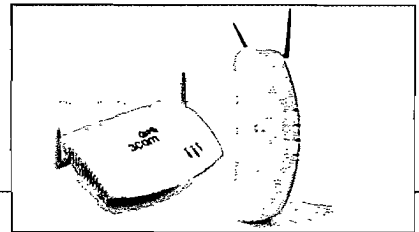


<input type="checkbox"/> DATA	<input checked="" type="checkbox"/> DCE RPC	<input type="checkbox"/> DNS	<input type="checkbox"/> HTTP
<input type="checkbox"/> JAVA RMI	<input type="checkbox"/> NETBIOS DATAGRAM SERVICE	<input checked="" type="checkbox"/> NETBIOS NAME SERVICE	<input type="checkbox"/> NETWORK TIME PROTOCOL
<input type="checkbox"/> NOVELL DISTRIBUTED PRINT SYSTEM	<input checked="" type="checkbox"/> OTROS PUERTOS	<input type="checkbox"/> RIP	<input type="checkbox"/> RX PROTOCOL
<input type="checkbox"/> SECURE SOCKET LAYER	<input type="checkbox"/> SMTP	<input checked="" type="checkbox"/> SNMP	<input checked="" type="checkbox"/> SSH PROTOCOL
<input checked="" type="checkbox"/> UNREASSEMBLED FRAGMENTED PACKET	<input type="checkbox"/> FTP	<input type="checkbox"/> POST OFFICE PROTOCOL	<input type="checkbox"/> D6 GRYPHOM PROTOCOL

## Protocolos de Capa Transporte







DATA SHEET

## Enterprise-Class 3Com® Wireless LAN Access Points 7250/8250/8500/8750

### Key Benefits

#### Full Standards Support

With 3Com®, the freedom of wireless networking includes the freedom of choice. The 3Com Wireless LAN Access Points 8250, 8500, and 8750 offer a dual-mode architecture that supports 802.11-standard 11a, 11b, and 11g wireless users on a single device. The 3Com Wireless LAN Access Point 7250 features a single 11g radio design that provides real value with advanced enterprise features at an economical price.

#### Modular and Upgradeable

3Com Wireless LAN Access Points 8250/8500/8750 were designed from the ground up as a modular, upgradeable platform for configuration flexibility and investment protection. They offer the flexibility to mix and match radio bands to meet different coverage and bandwidth needs within the same area. With easy-to-install Mini PCI upgrade kits, you can choose to support two different radio modes now, or choose one radio mode and upgrade or add another mode as your needs grow.

#### Tough Security

3Com delivers one of the most robust suites of standards-based security on the market today on all of its enterprise-class access points. To protect the wireless LAN, 3Com supports Wireless Equivalent Privacy (WEP) RC4 40/ 64-bit, 128-bit and 154-bit shared-key encryption. 3Com strengthens this basic security mechanism with additional security features, including local MAC authentication, Dynamic Security Link (DSL) session encryption, 802.1x RADIUS server authentication, and Temporal Key Integrity Protocol (TKIP) and Wireless Protected Access (WPA) Extensible Authentication Protocol (EAP) user authentication. Your wireless link receives the highest available protection with WPA Advanced Encryption Service (AES) 256-bit encryption.

#### Performance and Reliability

3Com wireless access point performance features ensure reliable and seamless connections for users wherever they roam. Clear Channel Select automatically finds the least loaded channel for interference-free communication. Auto network connect and dynamic rate shifting keep users connected through a wide variety of conditions by changing to the optimum connection speed as they move through the network.

#### Manageability

3Com offers a wide range of standards-based management support, from SNMP to 3Com Network Supervisor (3NS) for seamless integration with your wired network. Wireless Infrastructure Device Manager and Wireless LAN Device Discovery tools let you configure parameters, run diagnostics, and monitor performance from anywhere on the network using an embedded web server browser. You can also replicate wireless device configurations from one access point to another using the save and load feature to simplify and reduce network administration.

#### Power over Ethernet (PoE) Flexibility

PoE support makes it easier than ever to overcome installation problems with difficult-to-wire or hard-to-reach locations. The same Category 5 cable that connects the access point to the wired network also provides its power, so AC power outlet locations are no longer an issue. You can source power from a 802.3af-compliant PoE switch or with an included power injector or adapter.\*

\* 802.3af-compliant power injector included with the AP 8250/8500/8750; the AP 7250 ships with an AC power adapter.

## The simple, secure way to network without wires

Feature	Benefit
<b>Powerful</b>	
High-speed and wide coverage	11g radio supports speeds up to 54 Mbps at distances up to 100 meters (328 feet); 11a radio supports speeds up to 54 Mbps at distances up to 50 meters (164 feet). (11a not supported by the Access Point 7250.)
11a Turbo mode	Provides even higher throughput capability, up to 108 Mbps.
User support	Each access point supports up to 253 simultaneous users, allowing plenty of room for growth.
<b>Secure</b>	
40/64- and 128-/154-bit WEP and WPA 256-bit AES encryption	Basic and advanced encryption protect the privacy of data transmitted over the wireless LAN.
Dynamic security link (DSL)	Automatically assigns user-specific 128-bit encryption keys for wireless sessions.
Dynamic session key management and TKIP	Dynamic key assignment improves security and simplifies deployment.
802.1x RADIUS server authentication	Helps ensure that only authorized users can access your network and centralizes authorization of wireless users across your network.
Access control lists	Control access to network resources.
Client-to-client and uplink filtering	Block direct communications between other wireless users associated to the access points.
MAC address filtering	Allows only specific WLAN cards to connect to the access point.
Dynamic VLAN assignment	Used with RADIUS authentication, assigns users to an appropriate VLAN, further protecting access to network resources.
<b>Compatible and Flexible</b>	
Modular, dual-mode radio architecture (8250/8500/8750)	Interchangeable radio slots support more wireless clients within the same coverage area with optional Mini PCI upgrade kits.
Simultaneous standard support (8250/8500/8750)	802.11a and 802.11g in same access point provide concurrent wireless connectivity for all 802.11 a/b/g clients.
802.11g-802.11b backward-compatibility	11g radio supports both 11g and 11b wireless users, preserving existing wireless investments.
Wi-Fi certification	Ensures interoperability with Wi-Fi certified products from other vendors.
Power over Ethernet (PoE)	Solves hard-to-wire location problems; Ethernet cable supplies connectivity and electrical power. 802.3af-compliant power injector included with the Access Point 8250, 8500, and 8750; the AP 7250 ships with an AC power adapter.
<b>Easy to Use Management</b>	
Simple installation	No need to drill holes or run Ethernet cabling to set up your network.
Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) support	Automatically assigns IP addresses to computers, simplifying configuration and management.
Wireless Infrastructure Device Manager and Wireless LAN Device Discovery tools	Automatically identify and configure network devices, run diagnostics, and monitor performance.
Web-based administration	Works with any web browser that supports HTML and Java Script; lets you configure and manage network devices from anywhere.
Save and load feature	Copies settings to wireless devices on the network, simplifying and speeding LAN setup.
3NS support	Powerful yet simple-to-use network management designed for small businesses.
SNMP support	Enables remote, central management using popular third-party network management programs.
RADIUS accounting support	Enables billing by usage for hotspot and other commercial deployments.
Site survey tool	Works with 3Com enterprise wireless PC Cards to help you optimize the location and number of access points for your site.
<b>Reliable</b>	
Dynamic rate shifting and auto network connect	Automatically moves between connection speeds in response to physical conditions and RF interference.
Clear Channel Select	Selects the channel with the least traffic for problem-free connections.

\*Range depends on physical conditions, building construction, electrical devices in the area, and other environmental factors.

## Specifications

### Security

#### Authentication:

802.11x Remote Access Dial-In Service (RADIUS) server-based MAC address authentication. WPA TKIP authentication using EAP-MD5, EAP-TLS, EAP-TTLS, and PEAP protocols.

#### Encryption:

Advanced WPA 256-bit encryption (AES), 40/64-bit, 128-bit and 154-bit, WEP shared key encryption, 3Com proprietary 128-bit Dynamic Security Link encryption, Dynamic session key management

#### Access Control:

MAC address filtering, sever access control lists.

### Performance

253 simultaneous user support  
Dynamic rate shifting  
Auto network connect  
Clear channel select  
802.11a turbo mode (not supported by AP 7250)  
DHCP server

### Network Management

3NS network management utility  
Site Survey tool  
Wireless Infrastructure Device Manager and Wireless LAN Discovery Tool  
Embedded web server  
SNMP compliant management  
RADIUS accounting

### Standards Conformance

Wi-Fi certified, WEP, WPA  
IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g  
IEEE 802.3af (PoE)  
CSMA/CA

### Radio Operation

**Data Rates:**  
802.11a: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 Mbps (not supported by AP 7250)  
802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6, 11, 5.5, 2, 1 Mbps  
**Frequency Band:**  
802.11a: 5 GHz; 802.11g: 2.4 GHz

### Wireless Medium:

802.11a: OFDM, 802.11g: OFDM and DSSS (with Barker coding and CCK for backward compatibility with 802.11b)

### Operating Channels:

802.11a: 36-64 (8 non-overlapping total), 802.11g: 1-11 (U.S. and Canada), 1-13 (Worldwide; channel availability depends on local regulations)

### Operating Range (Indoor):

802.11a: up to 50 meters (164 feet) transmit and receive  
802.11g: up to 100 meters (328 feet) transmit and receive

### Transmit Power Settings:

802.11a: 17 dBm low band depending on bitrate, 20dBm midband depending on the bitrate;  
802.11g: 17 dBm depending on bitrate

### Receive Sensitivity: Access Point 8250/8500/8750

**802.11a:**  
6 Mbps: -84 dBm, +/- 2 dBm (depending on band)  
12 Mbps: -82 dBm  
36 Mbps: -73 dBm  
54 Mbps: -66 dBm  
**802.11g:**  
1 Mbps: -96 dBm  
2 Mbps: -94 dBm  
5.5 Mbps: -92dBm  
11 Mbps: -88 dBm  
12 Mbps: - 86dBm  
24 Mbps: -85 dBm  
36 Mbps: - 80dBm  
54 Mbps: - 73 dBm

### Receive Sensitivity: Access Point 7250

**802.11g:**  
1 Mbps: -91 dBm  
2 Mbps: -89 dBm  
5.5 Mbps: -87 dBm  
11 Mbps: -83 dBm  
12 Mbps: -81 dBm  
24 Mbps: -80 dBm  
36 Mbps: -75 dBm  
54 Mbps: -68 dBm

### Antenna Options:

802.11a: Integrated antenna only; 802.11g: External antenna options are available, see "Accessories" under Ordering Information for detail

### Safety, RF, and Electromagnetic Conformance

#### Safety:

IEC & EN 60950, UL / CSA 60950, NOM 019

#### RF:

FCC Part 15.247, Part 15.205, Part 15.209, & Part 15.407, RSS-210, EN 300 328-2, EN 301 893, TBLEC RCR STD 33 & T66

#### EMC:

EN 301 489-17, EN 301 489-01

### Environmental Operating Ranges

Temperature: 0° C to 40° C (32° F to 104° F); with external antennas 15° C to 40° C (59° F to 105° F)  
Humidity: 5-95% non-condensing

### Physical Dimensions

#### Access Point 8250/8500/8750

Height: 32 cm (12.5 in)  
Width: 20 cm (8.1 in)  
Depth: 7 cm (2.8 in)

#### Access Point 7250

Height: 20.5 cm (8 in)  
Width: 28 cm (11 in)  
Depth: 8 cm (3 in)

### Package Contents

Access point  
Inline PoE power injector with local power cord (Access Point 8250/8500/8750)  
AC power adapter (Access Point 7250)  
CD ROM with management utilities and site survey tool  
10-meter (33-foot) Category 5 Ethernet cable  
Mounting bracket and hardware  
User guide

### Warranty

One-year hardware warranty, 90-day software warranty

## Ordering Information

3Com Wireless LAN Access Points are available in the U.S./Canada, Latin America, Asia-Pacific countries, and Europe.

### Access Points

Product Name	Order Number	Product Description
3Com Wireless LAN Access Point 7250	3CRWE725075A	Ships with one 802.11g radio
3Com Wireless LAN Access Point 8250	3CRWE825075A	Ships with one 802.11g radio and one open radio slot
3Com Wireless LAN Access Point 8500	3CRWE850075A	Ships with one 802.11a radio and one open radio slot
3Com Wireless LAN Access Point 8750	3CRWE875075A	Ships with one 802.11a radio and one 802.11g radio

# ENTERPRISE-CLASS 3COM® WIRELESS LAN ACCESS POINTS 7250/8250/8500/8750

## Upgrade Kits

Product Name	Order Number	Products Supported
3Com 802.11a Wireless LAN Access Point Upgrade Kit	3CRWEAMOD75A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Upgrades the earlier model Access Point 8200 to an Access Point 8700. Add the 11a module and update the firmware with the 11a module CD-ROM.</li> <li>Upgrades the Access Point 8250 to an Access Point 8750. Add the 11a module and update the firmware using the 11a module CD-ROM.</li> </ul>
3Com 802.11g Wireless LAN Access Point Upgrade Kit	3CRWEGMOD75A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Upgrades the earlier model Access Point 8200 to an Access Point 8250. Replace the 11b module with the 11g module and update the firmware with the 11g module CD-ROM.</li> <li>Upgrades the earlier model Access Point 8700 to an Access Point 8750. Replace the 11b module with the 11g module and update the firmware with the 11g module CD-ROM.</li> <li>Upgrades the Access Point 8500 to an Access Point 8750. Add the 11g module and upgrade the firmware using the 11g module CD-ROM.</li> </ul>

## Accessories

### Important:

- Due to possible RF emissions outside of the allowed spectrum, the 3Com® Wireless LAN Access Point 8250 (3CRWE825075A), Wireless LAN Access Point 8750 (3CRWE875075A) and 802.11g Wireless LAN Access Point Upgrade Kit (3CRWEGMOD75A) may only be used with external antennas under the following conditions:

In the United States, Canada, and other countries governed by FCC guidelines, external antennas can only be used in an access point operating temperature range of 15° C – 40° C (59° F – 104° F). In these countries only external antennas with a gain of up to 8 dBi may be used. This includes the antennas listed in the table below.

In the European Community, you may use the antennas listed in the table as well as the 3Com 13 dBi Sector-Panel Antenna (3CWE495). The temperature restriction does not apply.

- If the access point is used with an external antenna you must also purchase an antenna cable. For maximum efficiency, use the shortest antenna cable possible. Antenna cables induce signal loss, which will limit the radiated power output and range of the access point. Of the options available, we recommend the 3Com 6-Foot Antenna Cable (3CWE480).

Product Name	Order Number	Products Supported
3Com SuperStack® 3Switch 4400 PWR	3C17205-US	3Com Wireless LAN Access Point 7250, 8250, 8500, and 8750
3Com Network Jack Multiport Power over Ethernet Midspan Solution	3CNJPSE24	3Com Wireless LAN Access Point 7250, 8250, 8500, and 8750
3Com Power over Ethernet Single-Port Midspan Solution	3CNJPSE	3Com Wireless LAN Access Point 7250, 8250, 8500, and 8750
3Com 4.0 dBi Omnidirectional Antenna	3CWE490	3Com Wireless LAN Access Point 7250, 8250, and 8750
3Com 8.0 dBi Omnidirectional Antenna	3CWE491	3Com Wireless LAN Access Point 7250, 8250, and 8750
3Com 2.5 dBi Ceiling Mount Omnidirectional Antenna	3CWE492	3Com Wireless LAN Access Point 7250, 8250, and 8750
3Com 4.0 dBi Hallway Bidirectional Antenna	3CWE497	3Com Wireless LAN Access Point 7250, 8250, and 8750
3Com 8.0 dBi Sector-Panel Antenna	3CWE498	3Com Wireless LAN Access Point 7250, 8250, and 8750
3Com 6-Foot Antenna Cable	3CWE480	3Com Wireless LAN Access Point 7250, 8250, and 8750
3Com 20-Foot Antenna Cable	3CWE481	3Com Wireless LAN Access Point 7250, 8250, and 8750

3Com Corporation, Corporate Headquarters, 350 Campus Drive, Marlborough, MA 01752-3064

To learn more about 3Com solutions, visit [www.3com.com](http://www.3com.com). 3Com is publicly traded on NASDAQ under the symbol COMS.

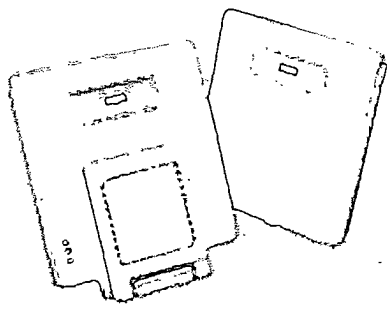
Copyright © 2004 3Com Corporation. All rights reserved. 3Com, 3Com logo, and XJACK are registered trademarks of 3Com Corporation. Possible made practical is a trademark of 3Com Corporation. Wi-Fi is a trademark of the Wireless Ethernet Compatibility Alliance. All other company and product names may be trademarks of their respective companies. While every effort is made to ensure the information given is accurate, 3Com does not accept liability for any errors or mistakes which may arise. Specifications and other information in this document may be subject to change without notice.



**3COM**

Possible made practical™

## CISCO AIRONET 1200 SERIES ACCESS POINT



### PRODUCT OVERVIEW

The Cisco Aironet<sup>®</sup> 1200 Series IEEE 802.11 a/b/g Access Point sets the enterprise standard for high-performance, secure, manageable, and flexible wireless LANs (WLANs). The modular design of the Cisco Aironet 1200 allows single or dual radio configuration for up to 54 Mbps connectivity in both the 2.4 and 5 GHz bands and is fully compliant with IEEE 802.11a, 802.11b, and 802.11g standards. Providing numerous configuration and upgrade options, the Cisco Aironet 1200 Series supports a variety of clients in mixed frequency and mixed throughput environments. Whether configured for single 802.11a coverage, single 802.11g coverage, 802.11b/g coverage or for tri-mode 802.11a/b/g coverage, the Cisco Aironet 1200 offers the greatest flexibility and investment protection, allowing network administrators to deploy a wireless network optimized for their particular application.

The Cisco Aironet 1200 takes advantage of Cisco IOS<sup>®</sup> Software for ease-of-use and familiarity and is a key component of the Cisco Structured Wireless-Aware Network (SWAN), a comprehensive framework that delivers an integrated, end-to-end wired and wireless network. The Cisco Aironet 1200 Series provides customers with maximum freedom and flexibility, enabling constant connection to all network resources from virtually anywhere wireless access is deployed (Figure 1).

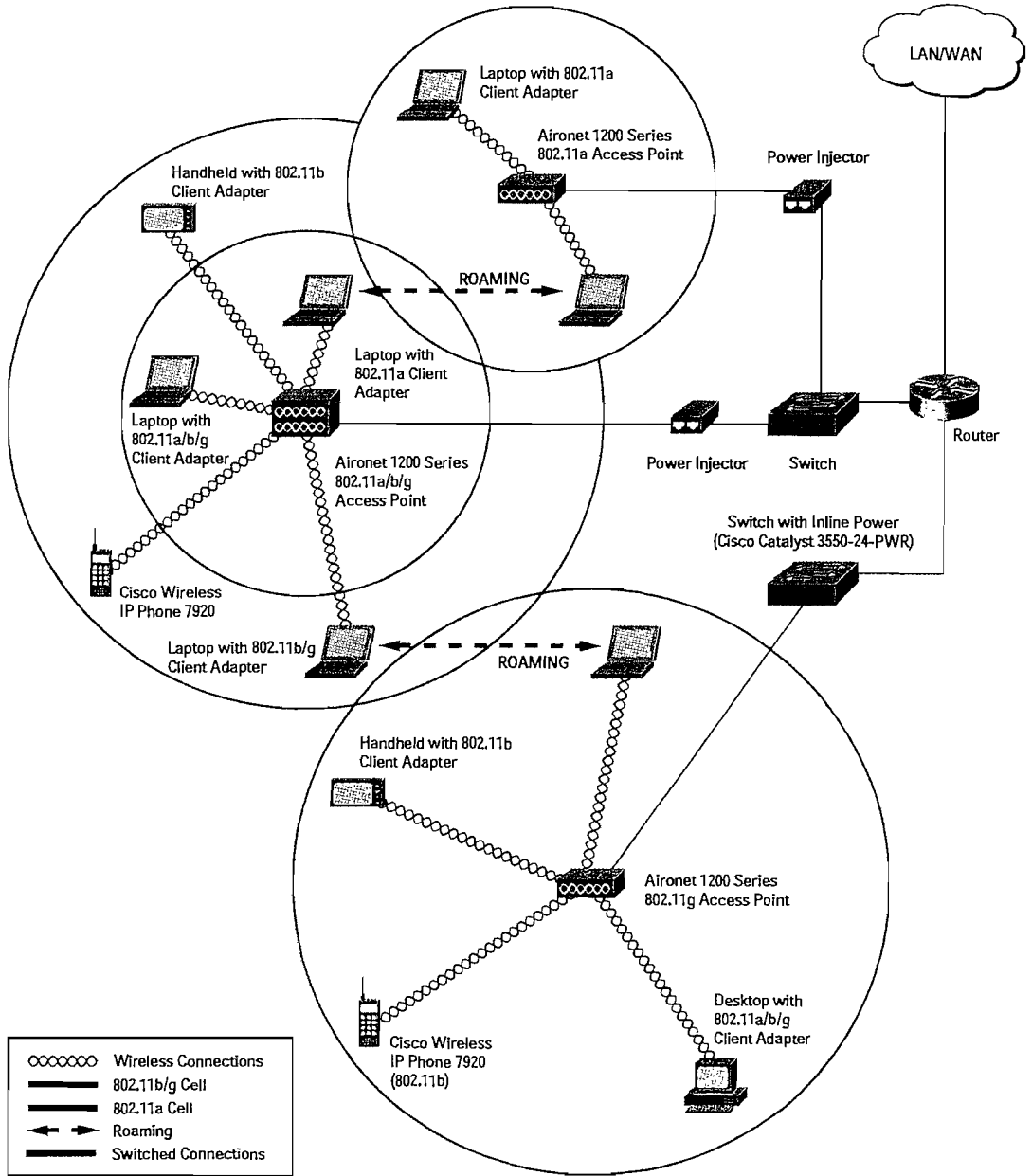
### MODULAR DESIGN FOR CUSTOMER-SPECIFIC FUNCTIONALITY AND UPGRADE CAPABILITY FOR INVESTMENT PROTECTION

The Cisco Aironet 1200 Series is specifically designed to protect current and future network infrastructure investments. The 802.11a radio supports data rates of up to 54 Mbps on eight non-overlapping 5 GHz channels to offer high performance as well as maximum capacity and scalability. The 802.11g radio supports data rates up to 54 Mbps in the 2.4 GHz band. When using an 802.11g radio, the access point may be configured to support only 802.11g clients for high-bandwidth applications, or, for added investment protection, it may be configured to support both 802.11g and legacy 802.11b clients.

The 1200 Series provides the flexibility to change capabilities as customer requirements and technologies evolve. CardBus-based 802.11a upgrade modules can be easily installed into Cisco Aironet 1200 Series Access Points originally configured for 802.11b or 802.11g. The 802.11b Mini-PCI radio module in installed Aironet 1200 Series access points can be replaced with an 802.11g upgrade module to provide increased performance with complete backward compatibility.

**Figure 1**

The Cisco Aironet 1200 can be configured to support 802.11b/g, 802.11a, or all three technologies in a single device. Clients supporting multiple 802.11 standards can roam between access points while maintaining reliable and uninterrupted access to all network resources.



Cisco Systems, Inc.

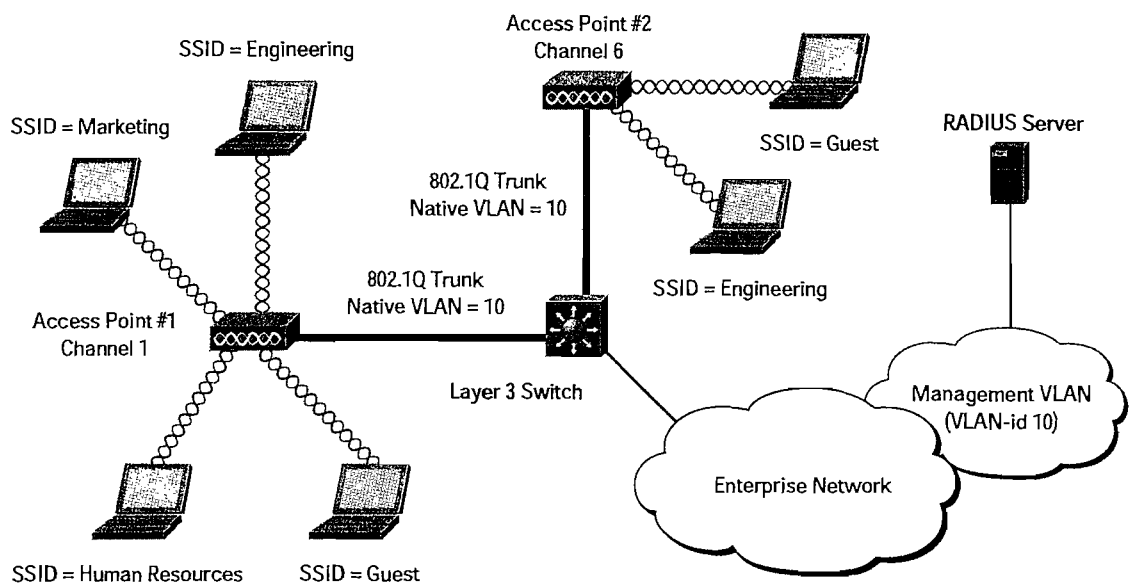
All contents are Copyright © 1992–2004 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Important Notices and Privacy Statement.

## INTELLIGENT NETWORKING FEATURES FOR A SCALABLE, MANAGEABLE SOLUTION

The Cisco Aironet 1200 Series extends end-to-end intelligent networking to the wireless access point. Cisco command-line interface (CLI) allows customers to quickly and consistently implement the extended capabilities available in Cisco IOS Software. Customers can manage and standardize their networks using tools they have developed internally for their Cisco routers and switches.


An ideal choice for enterprise installations, the Cisco Aironet 1200 Series supports enterprise-class virtual LANs (VLANs), quality of service (QoS) and proxy mobile Internet Protocol (IP). The Cisco Aironet 1200 Series can manage up to 16 VLANs in single-mode or dual-mode operation (Figure 2), which allows customers to differentiate LAN policies and services—such as security and QoS—for different users. For example, enterprise customers can use different VLANs to segregate employee traffic from guest traffic, and further segregate those traffic groups from high-priority voice traffic. Traffic to and from wireless clients with varying security capabilities can be segregated into VLANs with varying security policies. For example, VLANs allow educational institutions to secure faculty and administrator traffic from student traffic traveling over the same infrastructure. Implementing VLAN segmentation increases wireless LAN manageability and security.

**Figure 2**  
Indoor Wireless VLAN Deployment



With support for IEEE 802.1p QoS, the Cisco Aironet 1200 Series provides traffic prioritization for packets traveling to and from the access point over Ethernet. Delay-sensitive traffic, such as voice and video, can be prioritized over data traffic for improved user experience and optimal network utilization. Software and radio firmware upgrades allow upgrade to future QoS standards such as IEEE 802.11e. Supporting the voice prioritization schemes for 802.11b mobile phones, the Aironet 1200 Series further enables quality voice-over-wireless-LAN solutions.

With proxy mobile IP, users can maintain seamless network connectivity as they roam across subnets. The proxy mobile IP feature creates a tunnel between routers on the remote network and the user's home network. This allows users to consistently maintain their home IP address and access to their home network applications as they roam



beyond their home subnet. Proxy mobile IP also enhances a mobile IP-enabled network by enabling subnet roaming capabilities on IEEE 802.11 clients so that these devices do not need specialized mobile IP client software, resulting in cost-savings. These proxy mobile IP features allow IT professionals to use their existing IP addressing scheme to cost-effectively design the wireless LAN in a manner more consistent with the wired LAN, while still maintaining user mobility.

#### **CISCO STRUCTURED WIRELESS-AWARE NETWORK**

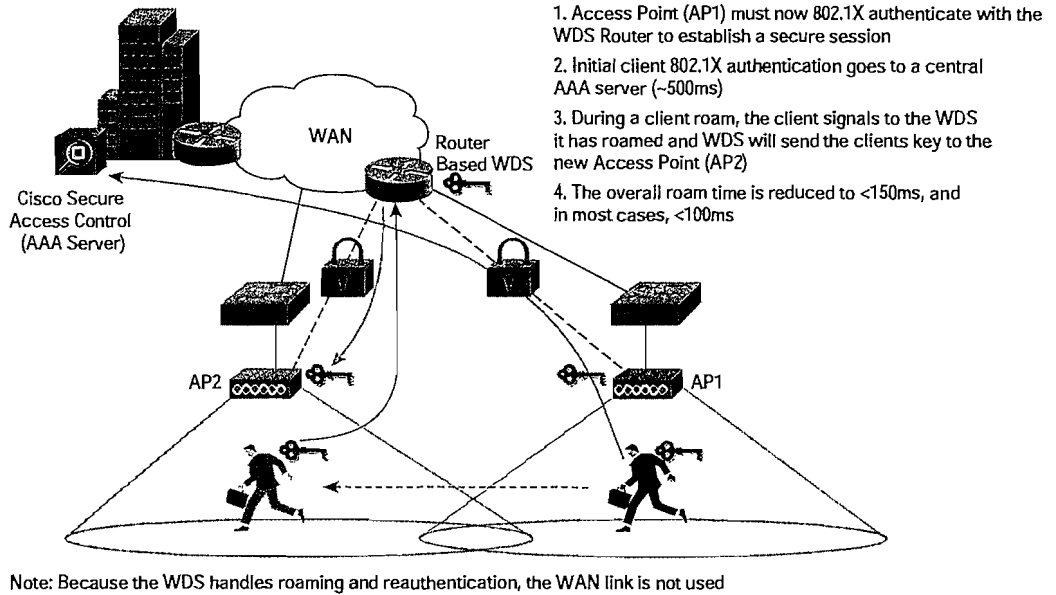
The Cisco Aironet 1200 Series is a key component of Cisco SWAN—an innovative, comprehensive Cisco framework for deploying, operating and managing hundreds to thousands of Cisco Aironet access points using the Cisco infrastructure. Cisco SWAN provides the wireless LAN with the same level of security, scalability, and reliability that customers have come to expect in their wired LAN by introducing “wireless-aware” capabilities into the Cisco Infrastructure.

To take advantage of the innovative features of the 1200 Series, not only can Cisco client adapters be used, but now a wide variety of Cisco Compatible devices are available from leading WLAN client suppliers. For example, wireless domain services (WDS) was introduced with Cisco SWAN. WDS is a collection of Cisco IOS Software features that enhance WLAN client mobility and simplify WLAN deployment and management. These services—currently supported on access points and client devices and scheduled to be supported on specific Cisco LAN switches and routers in 2004—include radio management aggregation, fast secure roaming, and WAN link remote site survivability. WDS radio management aggregation supports radio frequency (RF) managed services such as rogue access point detection, interference detection and assisted site surveys.

Fast secure roaming is supported by the Cisco Aironet 1200 Series in conjunction with Cisco and Cisco Compatible client devices. With fast secure roaming, authenticated client devices can roam securely from one access point to another without any perceptible delay during reassociation. Fast secure roaming supports latency-sensitive applications such as wireless voice over IP (VoIP), enterprise resource planning (ERP), or Citrix-based solutions (Figure 3).

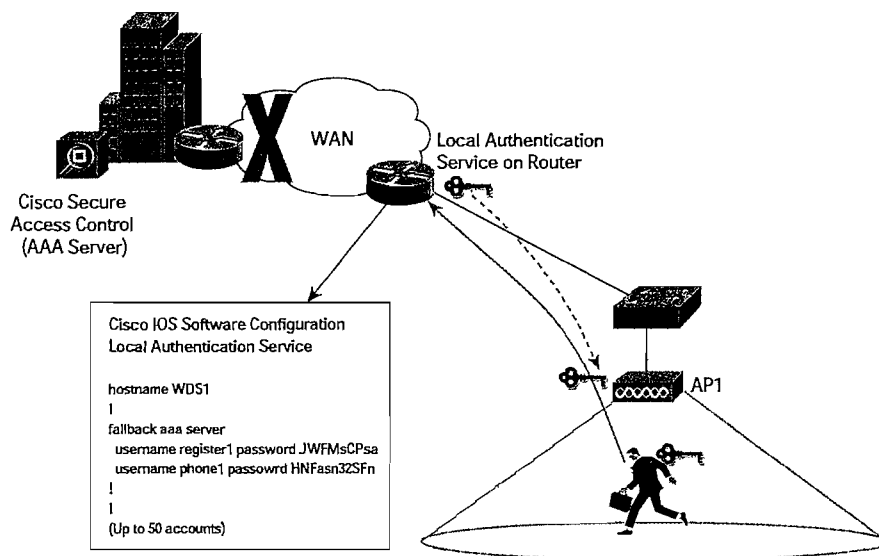


**Figure 3**  
Fast Secure Roaming



WAN link remote site survivability allows the access point to act as a local RADIUS server to IEEE 802.1X authenticate wireless clients when the authentication, authorization, and accounting (AAA) server is not available. This provides remote site survivability and backup authentication services during a WAN link or server failure, allowing users in remote site deployments with nonredundant WAN links access to local resources such as file servers or printers (Figure 4).

**Figure 4**  
WAN Link Remote Site Survivability



#### ENTERPRISE-CLASS SECURITY SOLUTION

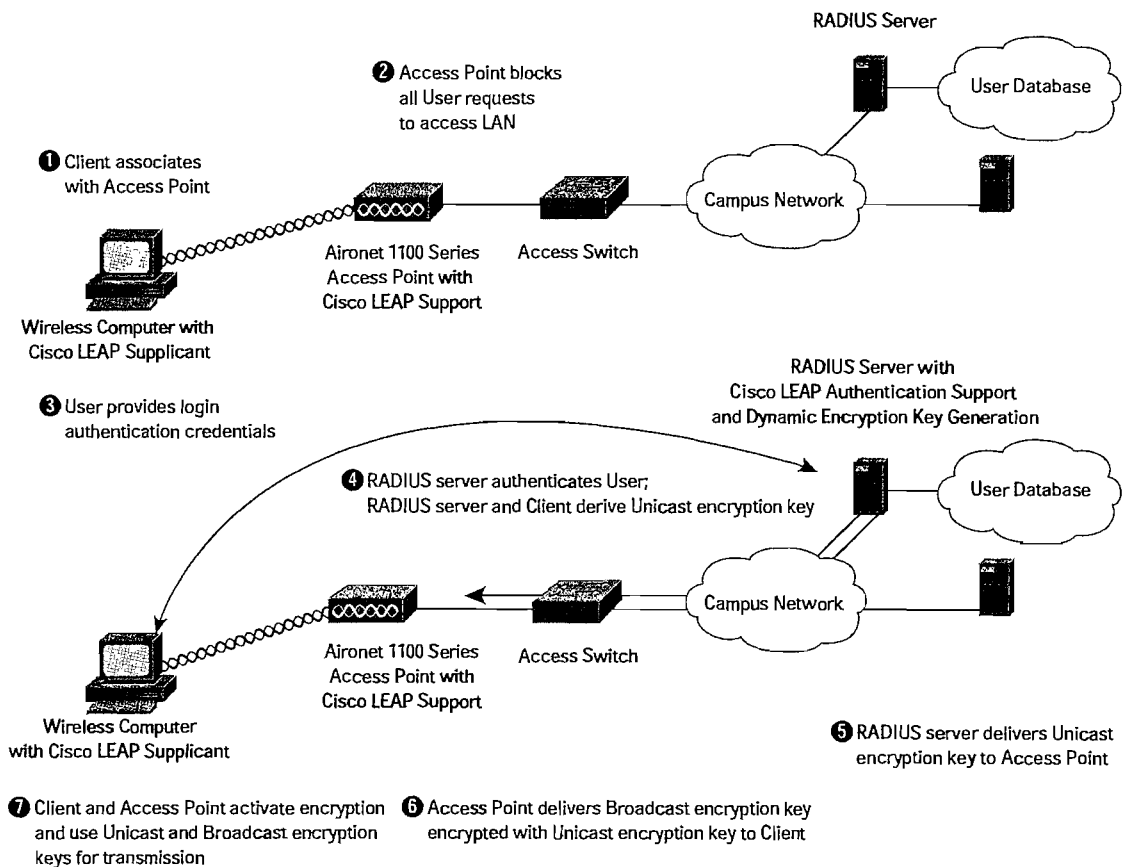
Wireless LAN security is a primary concern. The Cisco Aironet 1200 Series secures the enterprise network with a scalable and manageable system featuring the award-winning Cisco Wireless Security Suite. Based on the IEEE 802.1X standard for port-based network access, the Cisco Wireless Security Suite takes advantage of the Extensible Authentication Protocol (EAP) framework for user-based authentication (Figure 5). This solution also supports Wi-Fi Protected Access (WPA), the new Wi-Fi Alliance specification for interoperable, standards-based wireless LAN security.

The Cisco Wireless Security Suite interoperates with a range of client devices. It supports all 802.1X authentication types, including Cisco LEAP, Extensible Authentication Protocol-Transport Layer Security (EAP-TLS) and types that operate over EAP-TLS, such as Protected Extensible Authentication Protocol (PEAP), EAP-Tunneled TLS (EAP-TTLS) and EAP-Subscriber Identity Module (EAP-SIM). A wide selection of RADIUS servers, such as the Cisco Secure Access Control Server (ACS), can be used for enterprise-class centralized user management that includes:

- Strong, mutual authentication to ensure that only legitimate clients associate with legitimate and authorized network RADIUS servers via authorized access points
- Dynamic per-user, per-session encryption keys that automatically change on a configurable basis to protect the privacy of transmitted data
- Stronger encryption provided by Temporal Key Integrity Protocol (TKIP) enhancements such as message integrity check (MIC), per-packet keys via initialization vector hashing, and broadcast key rotation
- 802.11g version is ready for Advanced Encryption Standard (AES) support
- RADIUS accounting records for all authentication attempts

**Figure 5**

The Cisco Wireless Security Suite is an enterprise-class security system based on the 802.1X architecture



### INVESTMENT PROTECTION FOR FUTURE-PROOF NETWORKS

With large storage capacity and support for Cisco management tools, the Cisco Aironet 1200 Series provides the capacity and the means to upgrade firmware and deliver new features as they become available. It features more than twice the amount of storage required by the initial Cisco IOS firmware load and the tools for IS professionals to centrally and automatically upgrade firmware on often remote access points across the enterprise. For additional investment protection, the Cisco Aironet 1200 Series comes complete with an integrated mounting system that secures the device using the customer's choice of laptop security cables or standard padlocks (Figure 6). The reliability of the 2.4 GHz solution also makes the Cisco Aironet 1200 Series a wise investment for enterprise customers. It provides field-proven reliability, featuring a Cisco Aironet fifth-generation 2.4 GHz radio. The 5 GHz radio maximizes capacity and performance, delivering up to 54 Mbps data rates on all eight available channels and allowing the wireless network to scale to accommodate a large number of users. With the Cisco Aironet 1200 Series, a single access point can add capacity to support new users by simultaneously operating one radio for 802.11a networked clients while maintaining another radio for 802.11b or 802.11b/g clients. The redundant hot-standby feature also aids in the overall reliability of the network by providing a backup access point in the rare case of a failure.

Cisco Systems, Inc.

All contents are Copyright © 1992–2004 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Important Notices and Privacy Statement.

**Figure 6**  
Cisco Aironet 1200 Series Mounting Bracket



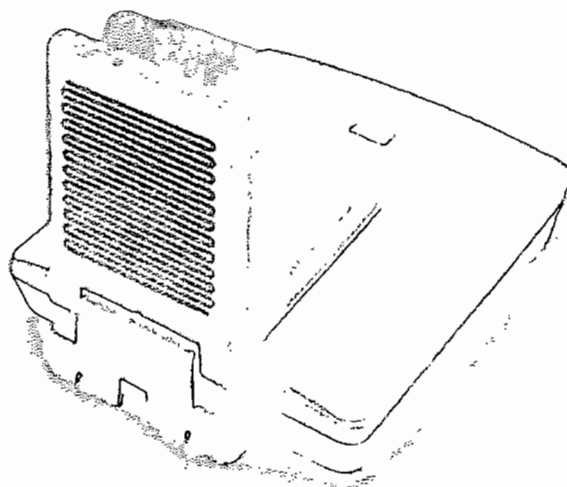
#### **INSTALLATION OPTIONS INCREASE FLEXIBILITY**

As the popularity of wireless LANs increases, enterprises are installing access points in a growing variety of facilities, locations, and orientations. The Cisco Aironet 1200 Series is designed with this in mind. With its broad operating temperature range, the cast aluminum-cased device provides the ruggedness required in factories and warehouse installations while still meeting the aesthetic requirements of the enterprise. Support for both inline power over Ethernet, as well as local power, maximizes powering options. The access point and integrated mounting system are designed for installation on walls, below ceilings, and, with its plenum ratable metal case, above suspended ceilings. All three radios (802.11a, 802.11b, and 802.11g) provide a variety of transmit power settings to adjust coverage area size. This, coupled with the broadest selection of 2.4 GHz and integrated 5 GHz antennas in the industry, provides users with unparalleled flexibility in cell size and coverage patterns.

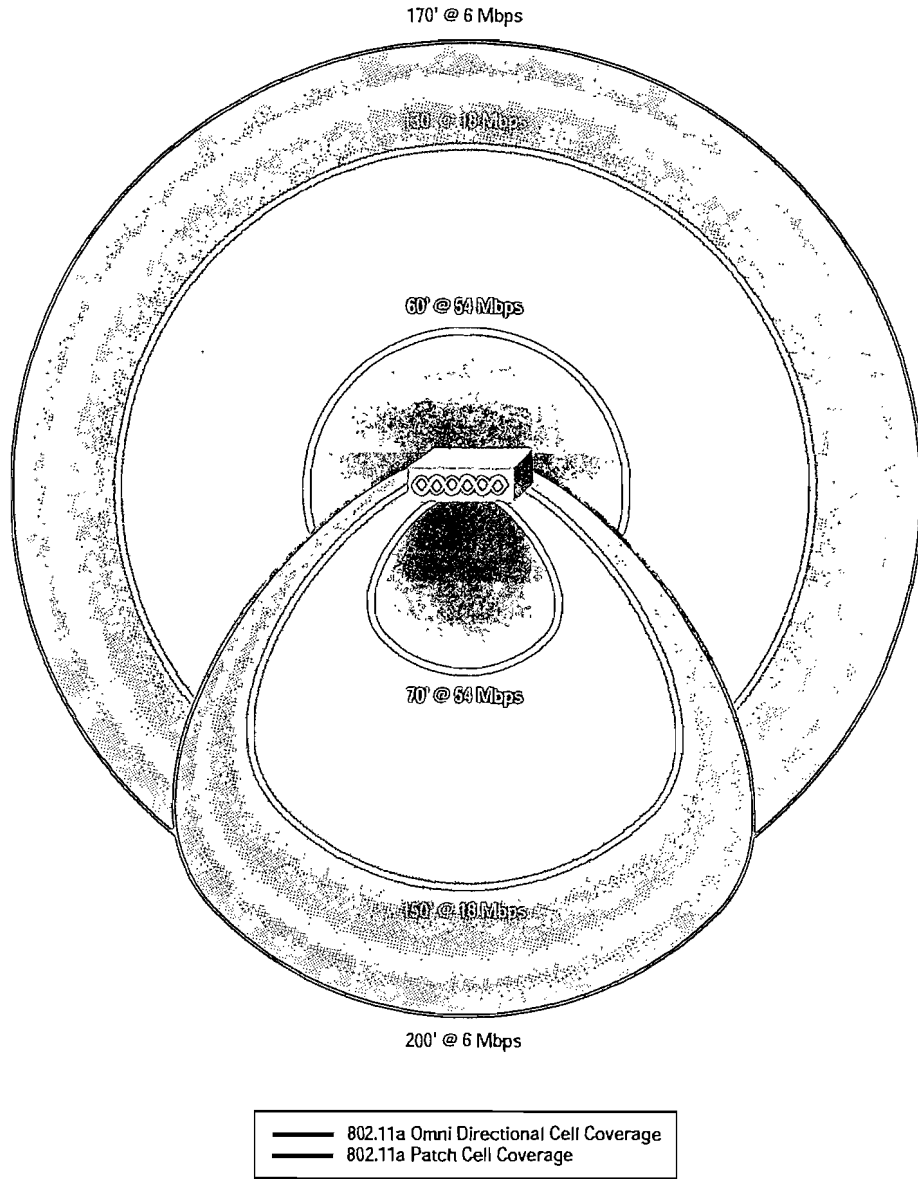
#### **UNIQUE 802.11A 5 GHZ ANTENNA DESIGN FOR OPTIMAL COVERAGE**

To extend the flexibility of deployments, the 802.11a radio module incorporates an articulating antenna paddle that contains both omni-directional and patch antennas (Figure 7). For ceiling, desktop, or other horizontal installations, the omni-directional antenna provides optimal coverage pattern and maximum range. For wall mount installations, the patch antenna provides a hemispherical coverage pattern that uniformly directs the radio energy from the wall and across the room (Figure 8). Both the omni-directional and patch antennas provide diversity for maximum reliability even in high multipath environments such as offices and other indoor environments. Cisco provides this level of 5 GHz antenna flexibility and reliability to suit all installation scenarios.

**Figure 7**  
Integrated Omni-Directional and Patch Antenna Featured in the 802.11a Radio Module



**Figure 8**  
 Innovative Antenna design Provides Two Distinct Coverage Patterns for Different Installation Orientations.



## INTEGRATED MANAGEMENT TOOLS FOR RAPID CONFIGURATION

The Cisco Aironet 1200 Series simplifies wireless LAN management because many of the same management tools and capabilities available in wired networks are used on the wireless network (Figure 9). The 1200 Series supports network management through Cisco IOS Software CLI, which is familiar to IT professionals and makes use of their existing skills. It also supports Simple Network Management Protocol (SNMP), Telnet, and a Web browser to aid in troubleshooting, monitoring, software download, and event logging.

**Figure 9**

The Aironet 1200 Series management system Express Setup screen provides all the settings required for basic configuration of the access point.

Express Setup

System Name:

MAC Address:

Configuration Service Protocol:  DHCP  Static IP

IP Address:

IP Subnet Mask:

Default Gateway:

SNMP Community:

Read-Only  Read-Write

Radio 0 (802.11B)

SSID:

Radio in Radio Network:  Access Point Root  Repeater Non-Root

Optimize Radio Network for:  Throughput  Range  Default  Security

Aironet Extensions:  Enable  Disable

Radio 1 (802.11A)

SSID:

Radio in Radio Network:  Access Point Root  Repeater Non-Root

Optimize Radio Network for:  Throughput  Range  Default  Security

Aironet Extensions:  Enable  Disable

Apply Cancel

## ADVANCED MANAGEMENT OF LARGE SCALE WIRELESS LAN DEPLOYMENTS

The CiscoWorks Wireless LAN Solution Engine (WLSE), a component of the Cisco SWAN, is available as a management tool for Cisco Aironet access points and wireless bridges. CiscoWorks WLSE is a turnkey, scalable, and centralized management platform for managing hundreds to thousands of Cisco Aironet access points and wireless bridges. Read more about CiscoWorks WLSE at: <http://www.cisco.com/go/wlse>

Table 1 provides product features and benefits, Table 2 provides product specifications, and Table 3 provides product system requirements for the Cisco Aironet 1200 Series.

Table 1 Product Features and Benefits

Feature	Benefit
<b>Modular, Dual Radio Platform for Single, Dual or Tri-mode Operation</b>	Flexibility and investment protection is provided with an easily configurable wireless LAN access point platform. Varying speed and capacity requirements can be accommodated as bandwidth requirements and budgets allow. In a single configuration, the Cisco Aironet 1200 requires an 802.11b, 802.11g or an 802.11a radio. When deployed with a single 802.11g radio, the access point may be configured to support only 802.11g clients to optimize network performance. For complete backward compatibility, the access point may be configured to simultaneously support both 802.11g and legacy 802.11b clients. A dual radio configuration is required for tri-mode support of 802.11a/b/g networks. Deploying both an 802.11g and an 802.11a radio in the same access point allows the maximum number of channels and maximum available data rates in a single device.
<b>5 GHz Integrated Antennas</b>	Unique articulating antenna paddle incorporates high-gain omni-directional and hemispherical patch antennas to deliver two distinct coverage patterns.
<b>2.4- and 5 GHz Diversity Antennas</b>	Diversity antennas for both the 2.4- and 5 GHz radios ensure optimum performance in high-multipath environments such as offices, warehouses, and other indoor installations.
<b>Cisco IOS Software</b>	Provides end-to-end solution support for intelligent network services. Produces predictable and consistent network behavior with uniform applications and services.
<b>Virtual LAN (VLAN) Support</b>	Allows segmentation of up to 16 user groups, creating increased system flexibility by allowing differentiation of LAN policies and services, such as security and QoS, for different users.
<b>Downstream QoS Support</b>	Prioritization of traffic based on 802.1p tags for different application requirements to improve the voice and video user experience.
<b>Proxy Mobile IP</b>	Provides seamless roaming between subnets and enhances mobility of voice over 802.11 wireless.
<b>Cisco SWAN</b>	A comprehensive Cisco framework for deploying, operating and managing hundreds to thousands of Cisco Aironet access points using the Cisco infrastructure. This framework extends to the wireless LAN the same level of security, scalability, and reliability that customers have come to expect in their wired LAN by introducing "wireless-aware" capabilities into the Cisco infrastructure.
<b>Wireless Domain Services (WDS)</b>	A component of Cisco SWAN, WDS is a collection of Cisco IOS Software features that enhance WLAN client mobility and simplify WLAN deployment and management. WDS includes radio management aggregation, fast secure roaming, and WAN link remote site survivability.



**Table 1 Product Features and Benefits (Continued)**

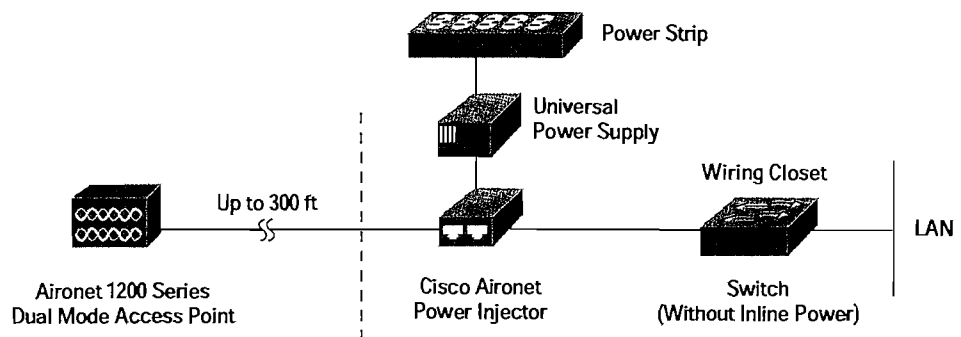
<b>Feature</b>	<b>Benefit</b>
<b>Fast Secure Roaming</b>	Allows authenticated client devices to roam securely from one access point to another without any perceptible delay during reassociation. Provides support for latency-sensitive applications such as VoIP, ERP and Citrix.
<b>WAN Link Remote Site Survivability</b>	Allows the access point to act as a local RADIUS server to IEEE 802.1X authenticate wireless clients when the AAA server is not available. Provides remote site survivability and backup authentication services during WAN link or server failure.
<b>Client ARP Caching</b>	Allows Cisco Aironet access points to respond to Address Resolution Protocol (ARP) requests on behalf of IEEE 802.11 Cisco Aironet, Cisco compatible extensions, and most Wi-Fi certified wireless client devices. This enables IP address resolution without requiring the wireless client device to leave power-save or idle modes, which extends battery life.
<b>RADIUS Server per SSID</b>	Allows specification of RADIUS servers on a per-SSID basis by taking advantage of access point multiple SSID capabilities. This is beneficial for multi-tenant deployments, such as airports, where each tenant desires a separate RADIUS server for user authentication.
<b>Two RP-TNCs for External 2.4 GHz Antenna Connection</b>	Diversity support for the 2.4 GHz radio to improve reliability in high-multipath environments. The reverse-polarity threaded navel connectors (RP-TNC) are compatible with the Cisco Aironet optional antennas, enabling WLAN architects to customize radio coverage for specific deployment scenarios.
<b>Eight MB Flash Memory</b>	Provides eight MB of memory space for future firmware upgrades and supports new 802.11 standards and advanced features.
<b>Support for Cisco Discovery Protocol and Software Image Manager (SWIM) within CiscoWorks Resource Essentials (RME)</b>	Allows centralized and automatic firmware upgrades on remote access points across the enterprise.
<b>802.11b mini-PCI radio with 100-mW maximum transmit power and 85-dBm receive sensitivity at 11 Mbps data rate</b>	2.4 GHz radio offers superior radio performance and industry-leading range. The greater the range of the access point, the fewer access points needed, resulting in lower total system cost.
<b>802.11g mini-PCI radio with 100-mW maximum transmit power and 72-dBm receive sensitivity at 54 Mbps data rate</b>	2.4 GHz, 802.11g radio offers 54 Mbps throughput for high-density and high-bandwidth requirements—it may also be configured to simultaneously support legacy 802.11b equipment. Customers with Cisco Aironet 1100 and 1200 Series access points can easily and cost effectively upgrade 802.11b radios to 802.11g radios for high performance 54 Mbps connectivity
<b>802.11a radio module provides 40-mW maximum transmit power for UNII 1 and UNII2 bands and -68 dBm (typical) receive sensitivity at 54 Mbps data rate</b>	Superior 5 GHz radio design provides industry-leading performance and receive sensitivity and maximum capacity through eight non-overlapping channels in the UNII1 and UNII 2 bands.

**Table 1 Product Features and Benefits (Continued)**

Feature	Benefit
<b>Support for both line power over Ethernet and local power (see Figures 10, 11, and 12)</b>	To decrease the cost and complexity of installation, the Cisco Aironet 1200 Series can be powered over an Ethernet cable, eliminating the need to run expensive AC power to remote access-point installation locations. Depending upon radio configuration, the Cisco 1200 Series can be powered via Cisco line-power-enabled switches, multiport midspan power panels, or single-port power injectors. In instances where AC power is available at the installation location, the power supply for the Cisco Aironet 1200 Series can be plugged into an electrical outlet.
<b>Attractive cast aluminum case, Underwriters Laboratories (UL) 2043 certification, and extended operating temperature (-20– 55 Celsius - 4–131 F)</b>	The product design meets the aesthetic requirements of the enterprise and the rugged features support deployment in factories, warehouses, and the outdoors (in a NEMA enclosure). The broad operating temperature range and UL 2043 certification for plenum rating requirements set by local fire codes supports installation in environmental air spaces such as areas above suspended ceilings.
<b>Multipurpose Mounting Bracket</b>	Flexibility of the multipurpose mounting bracket gives numerous deployment options for site-specific requirements.
<b>Two separate locking mechanisms for the access point and radio</b>	Theft deterrence has become a requirement as wireless LANs proliferate into public areas. Additional investment protection is provided with built-in locking mechanisms.

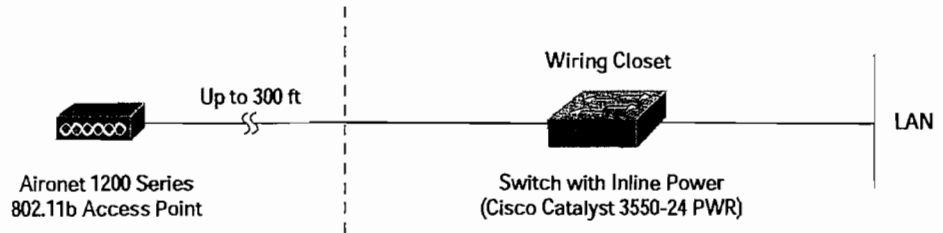
**Figure 10**

When configured with an 802.11a radio (either single or dual radio), the Cisco Aironet 1200 Series can be powered over Ethernet with the optional inline power injector or the Cisco Catalyst® 3550 Series Switch.



**Figure 11**

When configured with an 802.11b or 802.11g radio, the Cisco Aironet 1200 can use a Cisco Catalyst 3550-24 PWR switch, or Catalyst 4500 or 6500 Series switch with inline power for its power over Ethernet



**Figure 12**

When configured with an 802.11b or 802.11g radio, a Cisco Catalyst Inline Power Patch Panel can be used to power the access point over Ethernet.

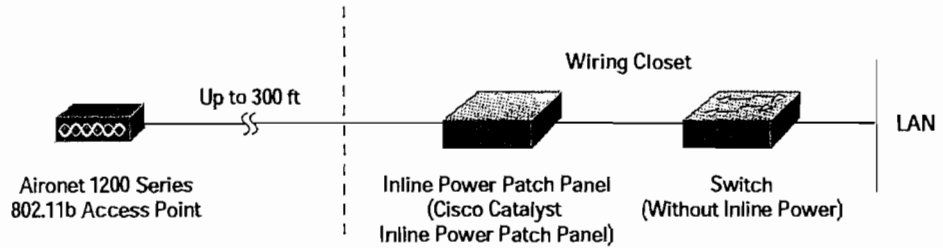


Table 2 Product Specifications

	With 802.11a Radio Installed	With 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted	With both 802.11a and 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted
<b>Part Number</b>	<p>Configurable:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco IOS Software: AIR-AP1210 and AIR-RM20A-x-K9</li> <li>• VxWorks Software: AIR-AP1200 and AIR-RM20A-x-K9</li> </ul> <p>Pre-Configured:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco IOS Software: AIR-AP1230A-x-K9</li> <li>• VxWorks Software: AIR-AP1220A-x-K9</li> </ul> <p>Regulatory Domains: (x=Regulatory Domain)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A=Americas, parts of Asia and Europe</li> <li>• S=Singapore</li> <li>• T=Taiwan</li> <li>• J=TELEC (Japan)</li> </ul> <p>Customers are responsible for verifying approval for use in their country. Please see <a href="http://www.cisco.com/go/aironet/">http://www.cisco.com/go/aironet/</a> compliance to verify approval and to identify the regulatory domain that corresponds to a particular country. Not all regulatory domains have been approved. As they are approved, the part numbers will be available on the Global Price List.</p>	<p>Configurable:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco IOS Software: AIR-AP1210 and AIR-MP21G-x-K9</li> </ul> <p>Pre-Configured:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco IOS Software: AIR-AP1231G-x-K9</li> </ul> <p>Regulatory Domains: (x=Regulatory Domain)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A=Americas, parts of Asia and Europe</li> <li>• E=ETSI</li> <li>• I=Israel</li> <li>• J= TELEC (Japan)</li> </ul> <p>Customers are responsible for verifying approval for use in their country. Please see <a href="http://www.cisco.com/go/aironet/">http://www.cisco.com/go/aironet/</a> compliance to verify approval and to identify the regulatory domain that corresponds to a particular country. Not all regulatory domains have been approved. As they are approved, the part numbers will be available on the Global Price List.</p>	<p>Configurable:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco IOS Software: AIR-AP1210, AIR-RM20A-x-K9 and AIR-MP21G-x-K9</li> </ul> <p>Pre-Configured:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco IOS Software: AIR-AP1231G-x-K9 and AIR-RM20A-x-K9</li> </ul> <p>Regulatory Domains: (x=Regulatory Domain)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A=Americas, parts of Asia and Europe</li> <li>• E=ETSI</li> <li>• I=Israel</li> <li>• J= TELEC (Japan)</li> <li>• S=Singapore</li> <li>• T=Taiwan</li> </ul> <p>Customers are responsible for verifying approval for use in their country. Please see <a href="http://www.cisco.com/go/aironet/">http://www.cisco.com/go/aironet/</a> compliance to verify approval and to identify the regulatory domain that corresponds to a particular country. Not all regulatory domains have been approved. As they are approved, the part numbers will be available on the Global Price List.</p>
<b>Radio Module Form Factor</b>	CardBus (32-bit)	Mini-PCI (32-bit)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.11a: CardBus (32-bit)</li> <li>• 802.11b or 802.11g: Mini-PCI (32-bit)</li> </ul>
<b>Data Rates Supported</b>	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.11b: 1, 2, 5.5, 11 Mbps</li> <li>• 802.11g: 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.11a: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps</li> <li>• 802.11g: 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps</li> </ul>
<b>Network Standard</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.11a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.11b or IEEE 802.11g</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.11a</li> <li>• IEEE 802.11b or IEEE 802.11g</li> </ul>
<b>Uplink</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autosensing 802.3 10/100BASE-T Ethernet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autosensing 802.3 10/100BASE-T Ethernet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autosensing 802.3 10/100BASE-T Ethernet</li> </ul>

Table 2 Product Specifications (Continued)

	With 802.11a Radio Installed	With 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted	With both 802.11a and 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted
<b>Frequency Band</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.11a:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 5.15 to 5.35 GHz (FCC UNII 1 and UNII 2)</li> <li>– 5.15 to 5.25 GHz (TELEC)</li> <li>– 5.15 to 5.25 GHz (Singapore)</li> <li>– 5.25 to 5.35 GHz (Taiwan)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.11b:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 2.412 to 2.462 GHz (FCC)</li> <li>– 2.412 to 2.472 GHz (ETSI)</li> <li>– 2.412 to 2.484 GHz (TELEC)</li> <li>– 2.432 to 2.447 GHz (Israel)</li> </ul> </li> <li>• 802.11g:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 2.412 to 2.462 GHz (FCC)</li> <li>– 2.412 to 2.472 GHz (ETSI)</li> <li>– 2.412 to 2.484 GHz CCK: (TELEC)</li> <li>– 2.412 to 2.472 GHz OFDM: (TELEC)</li> <li>– 2.432 to 2.447 GHz (Israel)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.11a:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 5.15 to 5.35 GHz (FCC UNII 1 and UNII 2)</li> <li>– 5.15 to 5.25 GHz (TELEC)</li> <li>– 5.15 to 5.25 GHz (Singapore)</li> <li>– 5.25 to 5.35 GHz (Taiwan)</li> </ul> </li> <li>• 802.11b:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 2.412 to 2.462 GHz (FCC)</li> <li>– 2.412 to 2.472 GHz (ETSI)</li> <li>– 2.412 to 2.484 GHz (TELEC)</li> <li>– 2.432 to 2.447 GHz (Israel)</li> </ul> </li> <li>• 802.11g:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 2.412 to 2.462 GHz (FCC)</li> <li>– 2.412 to 2.472 GHz (ETSI)</li> <li>– 2.412 to 2.484 GHz CCK: (TELEC)</li> <li>– 2.412 to 2.472 GHz OFDM: (TELEC)</li> <li>– 2.432 to 2.447 GHz (Israel)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Network Architecture Type</b>	Infrastructure, star topology	Infrastructure, star topology	Infrastructure, star topology
<b>Wireless Medium</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.11g: Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) and Direct sequence spread spectrum (DSSS)</li> <li>• 802.11b: Direct sequence spread spectrum (DSSS);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.11a: Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)</li> <li>• 802.11b or 802.11g: Direct sequence spread spectrum (DSSS); Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)</li> </ul>
<b>Media Access Protocol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA)</li> </ul>
<b>Modulation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (OFDM subcarrier)</li> <li>• BPSK @ 6 and 9 Mbps</li> <li>• QPSK @ 12 and 18 Mbps</li> <li>• 16-QAM @ 24 and 36 Mbps</li> <li>• 64-QAM @ 48 and 54 Mbps</li> </ul>	<p><b>802.11b</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DSSS:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– DBPSK @ 1 Mbps</li> <li>– DQPSK @ 2 Mbps</li> <li>– CCK @ 5.5 and 11 Mbps</li> </ul> </li> </ul> <p><b>802.11g</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• OFDM:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– BPSK @ 6 and 9 Mbps</li> <li>– QPSK @ 12 and 18 Mbps</li> <li>– 16-QAM @ 24 and 36 Mbps</li> <li>– 64-QAM @ 48 and 54 Mbps</li> </ul> </li> <li>• DSSS:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– DBPSK @ 1 Mbps</li> <li>– DQPSK @ 2 Mbps</li> <li>– CCK @ 5.5 and 11 Mbps</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OFDM:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– BPSK @ 6 and 9 Mbps</li> <li>– QPSK @ 12 and 18 Mbps</li> <li>– 16-QAM @ 24 and 36 Mbps</li> <li>– 64-QAM @ 48 and 54 Mbps</li> </ul> </li> <li>• DSSS:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– DBPSK @ 1 Mbps</li> <li>– DQPSK @ 2 Mbps</li> <li>– CCK @ 5.5 and 11 Mbps</li> </ul> </li> </ul>

**Table 2 Product Specifications (Continued)**

	With 802.11a Radio Installed	With 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted.	With both 802.11a and 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted.
<b>Operating channels</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 GHz Band:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– FCC: 8</li> <li>– Japan (TELEC): 4</li> <li>– Singapore: 4</li> <li>– Taiwan: 4</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.4 GHz Band:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 802.11b: ETSI: 13; Israel: 4; Americas: 11; TELEC (Japan): 14</li> <li>– 802.11g: ETSI: 13; Israel: 4; Americas: 11; Japan (TELEC): 14 CCK, 13 OFDM</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 GHz Band:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– FCC: 8</li> <li>– Japan (TELEC): 4</li> <li>– Singapore: 4</li> <li>– Taiwan: 4</li> </ul> </li> <li>• 2.4 GHz Band:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 802.11b: ETSI: 13; Israel: 4; Americas: 11; TELEC (Japan): 14</li> <li>– 802.11g: ETSI: 13; Israel: 4; Americas: 11; Japan (TELEC): 14 CCK, 13 OFDM</li> </ul> </li> </ul>
<b>Nonoverlapping Channels</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eight (FCC only)</li> <li>• Four (Japan, Singapore, Taiwan)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Three</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleven (FCC only)</li> </ul>
<b>Receive Sensitivity</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 Mbps: -85 dBm</li> <li>• 9 Mbps: -84 dBm</li> <li>• 12 Mbps: -82 dBm</li> <li>• 18 Mbps: -80 dBm</li> <li>• 24 Mbps: -77 dBm</li> <li>• 36 Mbps: -73 dBm</li> <li>• 48 Mbps: -69 dBm</li> <li>• 54 Mbps: -68 dBm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.11b                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 1 Mbps: -94 dBm</li> <li>– 2 Mbps: -91 dBm</li> <li>– 5.5 Mbps: -89 dBm</li> <li>– 11 Mbps: -85 dBm</li> </ul> </li> <li>• 802.11g                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 1 Mbps: -95 dBm</li> <li>– 2 Mbps: -91 dBm</li> <li>– 5.5 Mbps: -89 dBm</li> <li>– 6 Mbps: -90 dBm</li> <li>– 9 Mbps: -84 dBm</li> <li>– 11 Mbps: -88 dBm</li> <li>– 12 Mbps: -82 dBm</li> <li>– 18 Mbps: -80 dBm</li> <li>– 24 Mbps: -77 dBm</li> <li>– 36 Mbps: -73 dBm</li> <li>– 48 Mbps: -72 dBm</li> <li>– 54 Mbps: -72 dBm</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.11a                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 6 Mbps: -85 dBm</li> <li>– 9 Mbps: -84 dBm</li> <li>– 12 Mbps: -82 dBm</li> <li>– 18 Mbps: -80 dBm</li> <li>– 24 Mbps: -77 dBm</li> <li>– 36 Mbps: -73 dBm</li> <li>– 48 Mbps: -69 dBm</li> <li>– 54 Mbps: -68 dBm</li> </ul> </li> <li>• 802.11b                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 1 Mbps: -94 dBm</li> <li>– 2 Mbps: -91 dBm</li> <li>– 5.5 Mbps: -89 dBm</li> <li>– 11 Mbps: -85 dBm</li> </ul> </li> <li>• 802.11g                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 1 Mbps: -95 dBm</li> <li>– 2 Mbps: -91 dBm</li> <li>– 5.5 Mbps: -89 dBm</li> <li>– 6 Mbps: -90 dBm</li> <li>– 9 Mbps: -84 dBm</li> <li>– 11 Mbps: -88 dBm</li> <li>– 12 Mbps: -82 dBm</li> <li>– 18 Mbps: -80 dBm</li> <li>– 24 Mbps: -77 dBm</li> <li>– 36 Mbps: -73 dBm</li> <li>– 48 Mbps: -72 dBm</li> <li>– 54 Mbps: -72 dBm</li> </ul> </li> </ul>

Table 2 Product Specifications (Continued)

	With 802.11a Radio Installed	With 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted	With both 802.11a and 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted
<b>Available Transmit Power Settings</b>	<p>802.11a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 mW (16 dBm)</li> <li>• 20 mW (13 dBm)</li> <li>• 10 mW (10 dBm)</li> <li>• 5 mW (7 dBm)</li> </ul> <p>Maximum power setting will vary according to individual country regulations.</p>	<p>802.11b:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 mW (20 dBm)</li> <li>• 50 mW (17 dBm)</li> <li>• 30 mW (15 dBm)</li> <li>• 20 mW (13 dBm)</li> <li>• 10 mW (10 dBm)</li> <li>• 5 mW (7 dBm)</li> <li>• 1 mW (0 dBm)</li> </ul> <p>Maximum power setting will vary according to individual country regulations.</p> <p>802.11g:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 mW (15 dBm)</li> <li>• 20 mW (13 dBm)</li> <li>• 10 mW (10 dBm)</li> <li>• 5 mW (7 dBm)</li> <li>• 1 mW (0 dBm)</li> </ul>	<p>802.11a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 mW (16 dBm)</li> <li>• 20 mW (13 dBm)</li> <li>• 10 mW (10 dBm)</li> <li>• 5 mW (7 dBm)</li> </ul> <p>Maximum power setting will vary according to individual country regulations.</p> <p>802.11g:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCK: <ul style="list-style-type: none"> <li>– 100 mW (20 dBm)</li> <li>– 50 mW (17 dBm)</li> <li>– 30 mW (15 dBm)</li> <li>– 20 mW (13 dBm)</li> <li>– 10 mW (10 dBm)</li> <li>– 5 mW (7 dBm)</li> <li>– 1 mW (0 dBm)</li> </ul> </li> </ul> <p>Maximum power setting will vary according to individual country regulations.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• OFDM: <ul style="list-style-type: none"> <li>– 30 mW (15 dBm)</li> <li>– 20 mW (13 dBm)</li> <li>– 10 mW (10 dBm)</li> <li>– 5 mW (7 dBm)</li> <li>– 1 mW (0 dBm)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Range</b>	<p><b>Indoor: Distance across open office environment</b></p> <p>802.11a (40 mW with 6dBi gain patch antenna)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 ft (13 m) @ 54 Mbps</li> <li>• 50 ft (15 m) @ 48 Mbps</li> <li>• 65 ft (19 m) @ 36 Mbps</li> <li>• 85 ft (26 m) @ 24 Mbps</li> <li>• 110 ft (33 m) @ 18 Mbps</li> <li>• 130 ft (39 m) @ 12 Mbps</li> <li>• 150 ft (45 m) @ 9 Mbps</li> <li>• 165 ft (50 m) @ 6 Mbps</li> </ul> <p><b>Outdoor:</b></p> <p>802.11a (40 mW with 6 dBi gain patch antenna)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 ft (30m) @ 54 Mbps</li> <li>• 600 ft (183 m) @ 18 Mbps</li> <li>• 1000 ft (304 m) @ 6 Mbps</li> </ul>	<p><b>Indoor: Distance across open office environment</b></p> <p>802.11g (30 mW with 2.2 dBi gain diversity dipole antenna)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 ft (27 m) @ 54 Mbps</li> <li>• 95 ft (29 m) @ 48 Mbps</li> <li>• 100 ft (30 m) @ 36 Mbps</li> <li>• 140 ft (42 m) @ 24 Mbps</li> <li>• 180 ft (54 m) @ 18 Mbps</li> <li>• 210 ft (64 m) @ 12 Mbps</li> <li>• 250 ft (76 m) @ 9 Mbps</li> <li>• 300 ft (91 m) @ 6 Mbps</li> </ul> <p><b>Outdoor:</b></p> <p>802.11g (30 mW with 2.2 dBi gain diversity dipole antenna)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 250 ft (76m) @ 54 Mbps</li> <li>• 600 ft (183 m) @ 18 Mbps</li> <li>• 1300 ft (396 m) @ 6 Mbps</li> </ul>	<p><b>Indoor: Distance across open office environment</b></p> <p>802.11b (100 mW with 2.2 dBi gain diversity dipole antenna)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 160 ft (48 m) @ 11 Mbps</li> <li>• 220 ft (67 m) @ 5.5 Mbps</li> <li>• 270 ft (82m) @ 2 Mbps</li> <li>• 410 ft (124 m) @ 1 Mbps</li> </ul> <p><b>Outdoor:</b></p> <p>802.11b (100 mW with 2.2 dBi gain diversity dipole antenna)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1000 ft (304 m) @ 11 Mbps</li> <li>• 2000 ft (610 m) @ 1 Mbps</li> </ul>
	<p>Ranges and actual throughput vary based upon numerous environmental factors so individual performance may differ.</p>		

**Table 2** Product Specifications (Continued)


	With 802.11a Radio Installed	With 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted	With both 802.11a and 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted
<b>Compliance</b>	<b>Standards:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Safety: <ul style="list-style-type: none"> <li>– UL 1950</li> <li>– CSA 22.2 No. 950-95</li> <li>– IEC 60950</li> <li>– EN 60950</li> </ul> </li> <li>Radio Approvals: <ul style="list-style-type: none"> <li>– FCC Part 15.401-15.407</li> <li>– RSS-210 (Canada)</li> <li>– EN 301.893 (Europe)</li> <li>– ARIB STD-T71 (Japan)</li> <li>– AS 4268.2 (Australia)</li> </ul> </li> <li>• EMI and Susceptibility (Class B): <ul style="list-style-type: none"> <li>– FCC Part 15.107 and 15.109</li> <li>– ICES-003 (Canada)</li> <li>– VCCI (Japan)</li> <li>– EN 301.489-1 and -17 (Europe)</li> </ul> </li> <li>• Security: <ul style="list-style-type: none"> <li>– 802.1X and TKIP</li> <li>– WPA</li> </ul> </li> <li>• Other: <ul style="list-style-type: none"> <li>– IEEE 802.11a</li> <li>– FCC Bulletin OET-65C</li> <li>– RSS-102</li> </ul> </li> </ul>	<b>Standards:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Safety: <ul style="list-style-type: none"> <li>– UL 1950</li> <li>– CSA 22.2 No. 950-95</li> <li>– IEC 60950</li> <li>– EN 60950</li> </ul> </li> <li>• Radio Approvals: <ul style="list-style-type: none"> <li>– FCC Part 15.247</li> <li>– RSS-210 (Canada)</li> <li>– EN 300.328 (Europe)</li> <li>– ARIB-STD 33 (Japan)</li> <li>– ARIB-STD 66 (Japan)</li> <li>– AS/NZS 3548 (Australia and New Zealand)</li> </ul> </li> <li>• EMI and Susceptibility (Class B): <ul style="list-style-type: none"> <li>– FCC Part 15.107 and 15.109</li> <li>– ICES-003 (Canada)</li> <li>– VCCI (Japan)</li> <li>– EN 301.489-1 and -17 (Europe)</li> </ul> </li> <li>• Security: <ul style="list-style-type: none"> <li>– 802.1X and TKIP</li> <li>– WPA</li> <li>– AES ready (802.11g version)</li> </ul> </li> <li>• Other: <ul style="list-style-type: none"> <li>– IEEE 802.11b or IEEE 802.11g</li> <li>– FCC Bulletin OET-65C</li> <li>– RSS-102</li> </ul> </li> </ul>	<b>Standards:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Safety: <ul style="list-style-type: none"> <li>– UL 1950</li> <li>– CSA 22.2 No. 950-95</li> <li>– IEC 60950</li> <li>– EN 60950</li> </ul> </li> <li>• Radio Approvals: <ul style="list-style-type: none"> <li>– FCC Part 15.401-15.407</li> <li>– RSS-210 (Canada)</li> <li>– EN 301.893 (Europe)</li> <li>– ARIB STD-T71 (Japan)</li> <li>– AS 4268.2 (Australia)</li> <li>– FCC Part 15.247</li> <li>– RSS-210 (Canada)</li> <li>– EN 300.328 (Europe)</li> <li>– ARIB-STD 33 (Japan)</li> <li>– ARIB-STD 66 (Japan)</li> <li>– AS/NZS 3548 (Australia and New Zealand)</li> </ul> </li> <li>• EMI and Susceptibility (Class B): <ul style="list-style-type: none"> <li>– FCC Part 15.107 and 15.109</li> <li>– ICES-003 (Canada)</li> <li>– VCCI (Japan)</li> <li>– EN 301.489-1 and -17 (Europe)</li> </ul> </li> <li>• Security: <ul style="list-style-type: none"> <li>– 802.1X and TKIP</li> <li>– WPA</li> <li>– AES ready (802.11g version)</li> </ul> </li> <li>• Other: <ul style="list-style-type: none"> <li>– IEEE 802.11a</li> <li>– IEEE 802.11g</li> <li>– FCC Bulletin OET-65C</li> <li>– RSS-102</li> </ul> </li> </ul>
<b>SNMP Compliance</b>	• MIB <sup>1</sup> I and MIB II	• MIB I and MIB II	• MIB I and MIB II



**Table 2 Product Specifications (Continued)**

	With 802.11a Radio Installed	With 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted	With both 802.11a and 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted
<b>Antenna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integrated 6 dBi diversity patch (55 horizontal, 55 vertical beamwidths, 5 dBi diversity omnidirectional with 360 horizontal and 40 vertical beamwidths)</li> </ul>	<p><b>Two RP-TNC connectors</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>802.11b Approved with the following: AIR-ANT1728; AIR-ANT1729; AIR-ANT1949; AIR-ANT2012; AIR-ANT2506; AIR-ANT3213; AIR-ANT3549; AIR-ANT4941; AIR-ANT5959; AIR-ANT2410Y-R</li> <li>802.11g Approved with the following: AIR-ANT1728; AIR-ANT1729; AIR-ANT2012; AIR-ANT2506; AIR-ANT3213; AIR-ANT3549; AIR-ANT4941; AIR-ANT5959; AIR-ANT2410Y-R</li> </ul>	<p><b>5 GHz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Integrated 6 dBi diversity patch (55 horizontal, 55 vertical beamwidths, 5 dBi diversity omnidirectional with 360 horizontal and 40 vertical beamwidths)</li> </ul> <p><b>2.4 GHz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Two RP-TNC connectors</li> <li>802.11b Approved with the following: AIR-ANT1728; AIR-ANT1729; AIR-ANT1949; AIR-ANT2012; AIR-ANT2506; AIR-ANT3213; AIR-ANT3549; AIR-ANT4941; AIR-ANT5959; AIR-ANT2410Y-R</li> <li>802.11g Approved with the following: AIR-ANT1728; AIR-ANT1729; AIR-ANT2012; AIR-ANT2506; AIR-ANT3213; AIR-ANT3549; AIR-ANT4941; AIR-ANT5959; AIR-ANT2410Y-R</li> </ul>
<b>Security Architecture Client Authentication</b>	<p><b>Cisco Wireless Security Suite including:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Authentication: <ul style="list-style-type: none"> <li>802.1X support including LEAP, PEAP, EAP-TLS, EAP-TTLS, and EAP-SIM to yield mutual authentication and dynamic, per-user, per-session encryption keys</li> <li>MAC address and by standard 802.11 authentication mechanisms</li> </ul> </li> <li>Encryption: <ul style="list-style-type: none"> <li>Support for static and dynamic IEEE 802.11 WEP keys of 40 bits and 128 bits</li> <li>TKIP encryption enhancements: key hashing (per-packet keying), message integrity check (MIC) and broadcast key rotation via WPA TKIP or Cisco TKIP</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Cisco Wireless Security Suite including:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Authentication: <ul style="list-style-type: none"> <li>802.1X support including LEAP, PEAP, EAP-TLS, EAP-TTLS, and EAP-SIM to yield mutual authentication and dynamic, per-user, per-session encryption keys</li> <li>MAC address and by standard 802.11 authentication mechanisms</li> </ul> </li> <li>Encryption: <ul style="list-style-type: none"> <li>Support for static and dynamic IEEE 802.11 WEP keys of 40 bits and 128 bits</li> <li>TKIP encryption enhancements: key hashing (per-packet keying), message integrity check (MIC) and broadcast key rotation via WPA TKIP or Cisco TKIP</li> <li>AES ready with full support in 2004 (802.11g version)</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Cisco Wireless Security Suite including:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Authentication: <ul style="list-style-type: none"> <li>802.1X support including LEAP, PEAP, EAP-TLS, EAP-TTLS, and EAP-SIM to yield mutual authentication and dynamic, per-user, per-session encryption keys</li> <li>MAC address and by standard 802.11 authentication mechanisms</li> </ul> </li> <li>Encryption: <ul style="list-style-type: none"> <li>Support for static and dynamic IEEE 802.11 WEP keys of 40 bits and 128 bits</li> <li>TKIP encryption enhancements: key hashing (per-packet keying), message integrity check (MIC) and broadcast key rotation via WPA TKIP or Cisco TKIP</li> <li>AES ready with full support in 2004 (802.11g version)</li> </ul> </li> </ul>

**Table 2 Product Specifications (Continued)**

	With 802.11a Radio Installed	With 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted	With both 802.11a and 802.11g Radio Installed NOTE: 802.11g specifications in this column also apply to the 802.11b radio, unless otherwise noted
<b>Status LEDs</b>	• Three indicators on the top panel report association status, operation, error/warning, firmware upgrade, and configuration, network/modem, and radio status.	• Three indicators on the top panel report association status, operation, error/warning, firmware upgrade, and configuration, network/modem, and radio status.	• Three indicators on the top panel report association status, operation, error/warning, firmware upgrade, and configuration, network/modem, and radio status.
<b>Software Image Network and Inventory Support</b>	• CiscoWorks RME <sup>2</sup> , CiscoWorks SWIM <sup>3</sup>	• CiscoWorks RME, CiscoWorks SWIM	• CiscoWorks RME, CiscoWorks SWIM
<b>Remote Configuration Support</b>	• BOOTP, DHCP <sup>4</sup> , Telnet, HTTP, FTP, <sup>5</sup> TFTP, <sup>6</sup> and SNMP	• BOOTP, DHCP, Telnet, HTTP, FTP, TFTP, and SNMP	• BOOTP, DHCP, Telnet, HTTP, FTP, TFTP, and SNMP
<b>Local Configuration</b>	• Direct console port (RJ-45 interface)	• Direct console port (RJ-45 interface)	• Direct console port (RJ-45 interface)
<b>Dimensions</b>	• 6.562 in. (16.67 cm) wide; 7.232 in. (18.37 cm) deep; 1.660 in. (4.22 cm) high • Mounting bracket adds 0.517 in. (1.31 cm) to the height	• 6.562 in. (16.67 cm) wide; 7.232 in. (18.37 cm) deep; 1.660 in. (4.22 cm) high • Mounting bracket adds 0.517 in. (1.31 cm) to the height	• 6.562 in. (16.67 cm) wide; 7.232 in. (18.37 cm) deep; 1.660 in. (4.22 cm) high • Mounting bracket adds 0.517 in. (1.31 cm) to the height
<b>Weight</b>	• 26 oz (737g) add 6.4 oz (181g) for mounting bracket	• 25.6 oz (724g) add 6.4 oz (181g) for mounting bracket	• 27.6 oz (783g) add 6.4 oz (181g) for mounting bracket
<b>Environmental</b>	• -4-122 F (-20-50 C), 0-90% humidity (noncondensing)	• -4-131 F (-20-55 C), 0-90% humidity (noncondensing)	• -4- 122 F (-20-50 C), 0-90% humidity (noncondensing)
<b>Processor</b>	• IBM PowerPC405 200 MHz	• IBM PowerPC405 200 MHz	• IBM PowerPC405 200 MHz
<b>System Memory</b>	• 16 Mbytes RAM • 8 Mbytes FLASH	• 16 Mbytes RAM • 8 Mbytes FLASH	• 16 Mbytes RAM • 8 Mbytes FLASH
<b>Input Power Requirements</b>	• 90 to 240 VAC 0% (power supply) • 48 VDC 0%	• 90 to 240 VAC 0% (power supply) • 48 VDC 0%	• 90 to 240 VAC 0% (power supply) • 48 VDC 0%
<b>Power Draw</b>	• 8 watts, RMS	• 6 watts, RMS	• 11 watts, RMS
<b>Warranty</b>	• One year	• One year	• One year
<b>Wi-Fi Certification</b>			

1. Management Information Base
2. CiscoWorks Resource Manager Essentials
3. Software Image Manager
4. Dynamic Host Configuration Protocol
5. File Transfer Protocol
6. Trivial File Transfer Protocol

Cisco Systems, Inc.

**Table 3 Product System Requirements**

<b>Standard 802.1X-Compliant User-level Authentication and Dynamic Encryption Keying</b>	One of the following RADIUS servers: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco Secure Access Control Server Version 3.0 or greater</li> <li>• Cisco Access Registrar Version 3.0 or greater</li> <li>• Funk Software Steel-Belted RADIUS Server Version 3.0 or greater</li> <li>• Interlink Networks RAD-Series RADIUS Server Version 5.1 or greater</li> </ul>
<b>CiscoWorks RME/SWIM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CiscoWorks LAN Management System (LMS) or Routed WAN Management Solution (RWAN)</li> </ul>
<b>Line Power over Ethernet Support (2.4 GHz radio only)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco AIR-PWRINJ3= Aironet 1100 and 1200 Series Power Injector</li> <li>• Cisco AIR-PWRINJ-FIB= Aironet Power Injector Media Converter</li> <li>• Cisco Catalyst 3550-24 PWR Switch</li> <li>• Cisco Catalyst 4500 and 6500 Series switches with inline power</li> <li>• Cisco WS-PWR-PANEL Midspan Power Patch Panel</li> </ul>
<b>Line Power over Ethernet Support (both 5 GHz and 2.4 GHz radio)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco AIR-PWRINJ3= Aironet 1100 and 1200 Series Power Injector</li> <li>• Cisco AIR-PWRINJ-FIB= Aironet Power Injector Media Converter</li> <li>• Cisco Catalyst 3550-24 PWR Switch</li> </ul>
<b>Line Power over Ethernet Support (5 GHz radio only)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco AIR-PWRINJ3= Aironet 1100 and 1200 Series Power Injector</li> <li>• Cisco AIR-PWRINJ-FIB= Aironet Power Injector Media Converter</li> <li>• Cisco Catalyst 3550-24 PWR Switch</li> </ul>

**SERVICE AND SUPPORT**

Cisco offers a wide range of services programs to accelerate customer success. These innovative services programs are delivered through a unique combination of people, processes, tools, and partners, resulting in high levels of customer satisfaction. Cisco services help you to protect your network investment, optimize network operations, and prepare the network for new applications to extend network intelligence and the power of your business. For more information about Cisco Services, see Cisco Technical Support Services or Cisco Advanced Services.



**Corporate Headquarters**  
 Cisco Systems, Inc.  
 170 West Tasman Drive  
 San Jose, CA 95134-1706  
 USA  
[www.cisco.com](http://www.cisco.com)  
 Tel: 408 526-4000  
 800 553-NETS (6387)  
 Fax: 408 526-4100

**European Headquarters**  
 Cisco Systems International BV  
 Haarlerbergpark  
 Haarlerbergweg 13-19  
 1101 CH Amsterdam  
 The Netherlands  
[www-europe.cisco.com](http://www-europe.cisco.com)  
 Tel: 31 0 20 357 1000  
 Fax: 31 0 20 357 1100

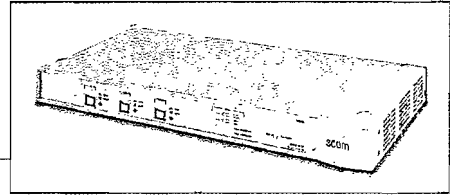
**Americas Headquarters**  
 Cisco Systems, Inc.  
 170 West Tasman Drive  
 San Jose, CA 95134-1706  
 USA  
[www.cisco.com](http://www.cisco.com)  
 Tel: 408 526-7660  
 Fax: 408 527-0883

**Asia Pacific Headquarters**  
 Cisco Systems, Inc.  
 168 Robinson Road  
 #28-01 Capital Tower  
 Singapore 068912  
[www.cisco.com](http://www.cisco.com)  
 Tel: +65 6317 7777  
 Fax: +65 6317 7799

Cisco Systems has more than 200 offices in the following countries and regions. Addresses, phone numbers, and fax numbers are listed on the Cisco Web site at [www.cisco.com/go/offices](http://www.cisco.com/go/offices)

- Argentina • Australia • Austria • Belgium • Brazil • Bulgaria • Canada • Chile • China PRC • Colombia • Costa Rica • Croatia  
 Czech Republic • Denmark • Dubai, UAE • Finland • France • Germany • Greece • Hong Kong SAR • Hungary • India • Indonesia • Ireland  
 Israel • Italy • Japan • Korea • Luxembourg • Malaysia • Mexico • The Netherlands • New Zealand • Norway • Peru • Philippines • Poland  
 Portugal • Puerto Rico • Romania • Russia • Saudi Arabia • Scotland • Singapore • Slovakia • Slovenia • South Africa • Spain • Sweden  
 Switzerland • Taiwan • Thailand • Turkey • Ukraine • United Kingdom • United States • Venezuela • Vietnam • Zimbabwe

Copyright © 2004 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco, Cisco Systems, and the Cisco Systems logo are registered trademarks or trademarks of Cisco Systems, Inc. and/or its affiliates in the United States and certain other countries.  
 All other trademarks mentioned in this document or Website are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company.  
 (0402R) 203179\_ETMG\_03.04



DATA SHEET

## 3Com® SuperStack® 3 Firewall

### Key Benefits

#### Mission-critical Security

Offers the most advanced stateful packet inspection security. Supports the option of dual security zones—ideal for organizations such as schools where faculty and student networks need independent protection from each other, while safeguarding against Internet threats.

High availability is included as standard, allowing the deployment of a secondary resilient firewall that assumes control should the primary firewall fail.

**High-Performance Integrated IPSec VPN**  
Provides enterprise-class VPN support, enabling secure connectivity between offices and remote workers. Hardware accelerated encryption delivers superior IPSec VPN performance.

L2TP/IPSec offers compatibility with the standard VPN client supplied on Microsoft Windows 2000/XP operating systems, eliminating the need to install additional software. An unlimited SafeNet SoftPK v5.x VPN client license is included for supporting older Windows operating systems, further reducing the need for additional software purchases.

#### Bandwidth Management and Control

Gives administrators highly flexible bandwidth management control so they can prioritize which outbound applications, such as voice, take precedence over non-mission critical traffic. Comprehensive web filtering capabilities offer an additional degree of bandwidth control. They ensure that the web is used only for business-related activities and provide an effective method of enforcing acceptable web usage policies.

#### Flexible Management and Reporting

Delivers secure remote browser-based management, using HTTPS/SSL technology that is compatible with most web browsers. Comprehensive logging and e-mail alerts effectively monitor network security and thwarted hacker attempts. 3Com® Network Supervisor management—powerful yet easy-to-use—maps and monitors the network, quickly alerting administrators to emerging problems.

#### Ease of Use

Dramatically reduces security risks by providing a comprehensive setup wizard to help prevent misconfiguration. Rapid VPN setup can create tunnels with just a few mouse clicks.

Secure remote connectivity

The 3Com SuperStack® 3 Firewall safeguards enterprise networks against threats from the Internet, and boasts a comprehensive, high-performance IPSec VPN capability for securely connecting remote workers and

branch offices. With the optional SuperStack 3 Web Site Filter, it increases business productivity, reduces legal and privacy risks, and lowers administrative overhead by automatically enforcing acceptable use policies.

## 3Com SuperStack 3 Firewall Web Site Filter

The 3Com SuperStack 3 Web Site Filter integrates with the SuperStack 3 Firewall to provide a flexible tool for comprehensive filtering based on keyword, time of day, and trusted and forbidden domain designations.

The filter service, available to an unlimited number of users, includes weekly

automatic updates to ensure proper enforcement of access restrictions on new and relocated websites.

By customizing the content filter list, organizations can block nearly 100% of objectionable material, including most automatically downloaded file types such as cookies, Java, and ActiveX.

## Specifications

### Interfaces

Three RJ-45 10/100 BASE-T Ethernet/Fast Ethernet (WAN, LAN, and DMZ) ports with auto-negotiated speed and duplex mode

All ports are Uplink/Normal selectable

### Performance

Unlimited firewall users

190 Mbps firewall throughput

30,000 concurrent TCP/UDP sessions

1,000 concurrent branch VPN tunnels

45 Mbps VPN DES and 3DES encryption

21 Mbps VPN ARC4 encryption

### System

Dedicated real-time operating system

233 MHz StrongARM RISC CPU

VPN crypto accelerator co-processor

Real time clock with lithium-ion battery

16 MB RAM

4 MB Flash ROM

### Power

Input voltage: 90-264 VAC

Operating frequency: 47-63 Hz

3Com Advanced Redundant power supply connector: Type 1

### Protocol Support

TCP/IP, UDP, ICMP, DHCP, NAT, PPPoE, HTTP, RADIUS, SecureID, ARP, MD5, IKE/ISAKMP, IEEE 802.3, ISO 8802-3, IPSec ARC4, DES, 3DES

### Management

Embedded Web GUI interface (plain text or HTTP/SSL encryption)

Bandwidth shaping by policy (protocol/application, IP address, time of day)

3Com Network Supervisor

Event logging: e-mail, SNMP v1, Syslog server

Website, client, and category filtering

Automated firmware update notification

WebTrends Firewall Suite compatibility

N2H2 and Websense Enterprise filtering compatibility

### Reliability

MTBF (MIL): 446,000 hours at 25° C/289,000 hours at 50° C

### Environmental

Operating temperature: 0° to +50° C

Storage temperature: -10° to +70° C

Humidity: 10 to 95% (noncondensing)

### Standards Compliance

Safety: UL 1950, EN 60950, CSA 22.2 No. 950, IEC 950

EN55022 Class A, EN 50082-1, FCC Part 15, Subpart B, ICES-003 Class A, VCCI Class A, EN55024, CNS 13438 Class A

Functional: ISO/IEC 8802-3, IEEE 802.3, IPSec, IKE, PPPoE, L2TP/IPSec, 56-bit DES and ARC4, 168-bit 3DES, TCP/IP v4, UDP, HTTP, HTTPS, SSLv1 & 2, SNMP v1, FTP, DHCP

### Dimensions and Weight

Height: IRU, 44 mm (1.7 in)

Width: 440 mm (17.3 in)

Depth: 230 mm (9.0 in)

Weight: 2.55 kg (5.6 lb)

## Ordering Information

### 3Com SuperStack 3 Firewall

Ships with 56-bit encryption, upgradeable to 168-bit encryption where import/export laws permit. For more information on country restrictions go to [http://www.3com.com/firewall\\_global](http://www.3com.com/firewall_global)

3CR16110-95

### 3Com SuperStack 3 Firewall Web Site Filter

Annual subscription-based content filtering service offering 12 content categories with weekly automated updates.

3C16111

### Optional Accessories

3Com SuperStack 3 Advanced Redundant

Power System Chassis 3C16071B

3Com SuperStack 3 Advanced Redundant

Power System Type 1 60W Power Supply Module

3C16072



Possible made practical™

3Com Corporation, Corporate Headquarters, 350 Campus Drive, Marlborough, MA 01752-3064

To learn more about 3Com solutions, visit [www.3com.com](http://www.3com.com). 3Com Corporation is publicly traded on Nasdaq under the symbol COMS.

Copyright © 2002 3Com Corporation. All rights reserved. 3Com, the 3Com logo, and SuperStack are registered trademarks of 3Com Corporation. Possible made practical is a trademark of 3Com Corporation. All other company and product names may be trademarks of their respective companies. While every effort is made to ensure the information given is accurate, 3Com does not accept liability for any errors or mistakes which may arise. Specifications subject to change without notice.

400607-008 08/03



INTEGRADOR DE SISTEMAS  
DE COMPUTACION Y COMUNICACIONES

# ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

## COTIZACION DE EQUIPOS DE CONECTIVIDAD

No. RPSJ-2004-42

Atención: Carlos Maya

Fecha: 21 de Abril de 2004

Solución con Switches Enterasys con la opción de acceso inteligente.

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UNL	CANT	PRECIO UNIT	PRECIO T.
Switches de Core						
1	1G587-09	Matrix E1 Gigabit Distribution Switch with 6 1000Base-X ports via mini-GBIC and 3 expansion slots	U	2	\$ 5,704.00	\$ 11,408.00
2	1H-8FX	8 port 100Base-FX expansion module for Matrix E1, MMF MTRJ connector	U	4	\$ 1,898.00	\$ 7,592.00
3	MGBIC-LC01	1000Base-SX Mini GBIC w/LC connector	U	4	\$ 471.00	\$ 1,884.00
Switches de Distribución y acceso						
4	1H582-25	Matrix E1 Workgroup Switch with 24 10/100Base-TX ports via RJ45 and 1 expansion slot	U	149	\$ 2,850.00	\$ 424,650.00
5		Conversores Transition Netork 100 Base T a 100 Base FX	U	39	\$ 349.00	\$ 13,611.00
<b>TOTAL OFERTA</b>						<b>\$ 459,145.00</b>

Solución con Switches Enterasys

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UNL	CANT	PRECIO UNIT	PRECIO T.
Switches de Core						
1	1G587-09	Matrix E1 Gigabit Distribution Switch with 6 1000Base-X ports via mini-GBIC and 3 expansion slots	U	2	\$ 5,704.00	\$ 11,408.00
2	1H-8FX	8 port 100Base-FX expansion module for Matrix E1, MMF MTRJ connector	U	4	\$ 1,898.00	\$ 7,592.00
3	MGBIC-LC01	1000Base-SX Mini GBIC w/LC connector	U	4	\$ 471.00	\$ 1,884.00
Switches de Distribución y acceso						
5	1H582-25	Matrix E1 Workgroup Switch with 24 10/100Base-TX ports via RJ45 and 1 expansion slot	U	21	\$ 2,850.00	\$ 59,850.00
6	E-100BTX-FX-05(SC)	Conversores Transition Netork 100 Base T a 100 Base FX	U	39	\$ 349.00	\$ 13,611.00
Switches de Acceso						
7	V2H124-24	Matrix V2 with 24 10/100Base-TX ports via RJ45 and 2 expansion slots	U	128	\$ 1,137.00	\$ 145,536.00
<b>TOTAL OFERTA</b>						<b>\$ 239,881.00</b>

Solución con Switches CISCO

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UNL	CANT	PRECIO UNIT	PRECIO T.
Switches de Core						
1	WS-C3550-24-FX-SMI	24-100FX MMF + 2 GBIC ports: SMI	U	2	\$ 6,694.00	\$ 13,388.00
2	CD-3550-EMI=	Enhanced Multilayer Image upgrade for 3550 FE models	U	2	\$ 2,056.00	\$ 4,112.00
3	WS-G5484=	1000BASE-SX Short Wavelength GBIC (Multimode only)	U	4	\$ 515.00	\$ 2,060.00
Switches de Distribución.						
4	WS-C3550-24-EMI	24-10/100 + 2 GBIC ports: EMI	U	21	\$ 5,143.00	\$ 108,003.00
5	E-100BTX-FX-05(SC)	Conversores Transition Netork 100 Base T a 100 Base FX	U	39	\$ 349.00	\$ 13,611.00
Switches de Acceso						
6	WS-C2950-24	24 port, 10/100 Catalyst Switch, Standard Image only	U	128	\$ 1,026.00	\$ 131,328.00
<b>TOTAL OFERTA</b>						<b>\$ 272,502.00</b>

**Condiciones Comerciales.**

**Precio:** Precios locales descritos en dólares, no incluyen I. V. A.

**Forma de pago:** 70% de anticipo y 30% a la entrega de la firma del acta entrega recepción.

**Validez de la oferta:** 15 días.

**Tiempo de entrega:** 45 días a partir del pago del anticipo.

**Garantía Técnica:** Un año contra defectos de fabrica para equipos ENTERASYS y tres meses para equipos CISCO y TRANSITION NETWORK

Atentamente

**ComWare S.A.**



**Ricardo Salazar J.**

**Ingeniero de Telecomunicaciones.**