



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas**

# **IMPLEMENTACIÓN DE INTERNET II EN GUATEMALA**

**OSCAR AMILCAR FLORES ARDÓN**

**Asesorado por Ing. Carlos Martín Ruiz Blau**

**Guatemala, octubre de 2003**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**IMPLEMENTACIÓN DE INTERNET II EN GUATEMALA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**POR**

**OSCAR AMILCAR FLORES ARDÓN**

**ASESORADO POR ING. CARLOS MARTÍN RUIZ BLAU**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2003**

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>VI</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XXVIII</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>XXIX</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XXX</b>

## **1 INTERNET EN LA ACTUALIDAD**

1.1 Descripción General de Internet .....	1
1.1.1 Historia de Internet.....	2
1.1.2 Usuarios principales.....	7
1.2 Descripción de aspectos técnicos.....	10
1.2.1 Redes de comunicaciones.....	10
1.2.2 Protocolos de comunicación.....	12
1.2.3 Protocolo TCP/IP .....	13
1.2.3.1 <i>Internet protocol</i> (IP).....	15
1.2.3.1.1 Servicios de entrega de paquetes IP.....	16
1.2.3.1.2 Servicios de direccionamiento .....	16
1.2.3.1.3 Responsabilidades del IP .....	17
1.2.3.2 Protocolos TCP y UDP .....	18
1.2.3.2.1 Servicios de entrega de paquetes TCP .....	19
1.2.3.2.2 Responsabilidades TCP.....	19
1.2.4 Protocolos de control en Internet (ICMP).....	20
1.2.4.1 Aplicaciones de ICMP .....	23
1.3 Principales aplicaciones .....	24
1.3.1 Correo Electrónico .....	24
1.3.2 Transferencia de archivos .....	32

1.3.3	Videoconferencias.....	35
1.3.4	<i>Chat</i> .....	38
1.4	Cultura y Abuso en Internet.....	39
1.4.1	Sitios educativos en Internet.....	39
1.4.2	Sitios inmorales de Internet.....	39

## 2 INTERNET II

2.1	Definición de Internet II.....	41
2.1.1	Ejemplo de universidad miembro.....	41
2.1.2	Descripción general de Internet II.....	45
2.2	Requerimientos de Internet II.....	49
2.2.1	Tecnología requerida por Internet II.....	49
2.2.1.1	Redes ATM.....	49
2.2.1.1.1	Dispositivos ATM y ambiente de red.....	51
2.2.1.1.2	El modelo de referencia B-ISDN ATM.....	53
2.2.1.1.3	Dispositivos ATM.....	56
2.2.1.1.4	Interfaces de red ATM.....	57
2.2.1.1.5	Formato de cabecera ATM.....	57
2.2.1.1.6	Servicios ATM.....	59
2.2.1.2	<i>Hardware</i> para Internet II.....	60
2.2.2	<i>Software</i> de apoyo.....	77
2.2.2.1	Protocolos para Internet II.....	77
2.3	Aplicaciones más comunes.....	84
2.3.1	Transacciones en línea.....	84
2.3.2	Teleinmersión.....	85
2.3.3	Bibliotecas digitales.....	88
2.3.4	El laboratorio virtual.....	91

### 3 INTERNET II EN GUATEMALA

3.1	Factibilidad de implementación de Internet II en Guatemala.....	95
3.1.1	Tecnología de comunicaciones existente en Guatemala.....	95
3.1.1.1	Red Emergia.....	96
3.1.1.1.1	Longitud de onda en <i>backbone</i> .....	97
3.1.1.1.2	Arquitectura .....	97
3.1.1.1.3	Capacidad en backbone.....	98
3.1.1.2	TOTALCOM S.A. ....	100
3.1.1.2.1	Sistema de Monitoreo .....	101
3.1.1.2.2	Características .....	101
3.1.2	Clientes potenciales.....	102
3.1.2.1	Universidades de Guatemala .....	102
3.1.2.1.1	Universidad de San Carlos.....	102
3.1.2.1.2	Universidad del Valle de Guatemala .....	103
3.1.2.1.3	Universidad Rafael Landivar .....	104
3.1.2.1.4	Universidad Francisco Marroquín .....	105
3.1.2.2	Ministerio de Educación .....	106
3.2	Estudio de costos de implementación .....	108
3.2.1	Costo de implementar una <i>vBNS</i> .....	108
3.3	Posibles empresas involucradas en la implementación.....	110
3.3.1	Investigación de empresas interesadas en Internet II.....	110
3.3.1.1	Telefónica.....	110
3.3.1.1.1	Enlaces nacionales .....	110
3.3.1.1.2	Enlaces internacionales .....	111
3.3.1.1.3	Enlaces Dedicados a Internet .....	112
3.3.1.2	GBM.....	113
3.3.1.3	TELERED .....	120
3.3.1.4	INSTARED .....	124
3.3.1.4.1	Servicios .....	124

3.3.1.4.2 Configuración de servidores .....	125
3.3.1.4.3 <i>Hosting</i> .....	125
3.3.1.4.4 Registro y publicación de dominios.....	125
3.3.1.4.5 VPN ( <i>Virtual Private Network</i> ) .....	125
3.3.1.4.6 <i>Web Ready Building</i> .....	126
3.3.1.4.7 Otros servicios.....	126

## 4 CONEXIÓN DE UNIVERSIDADES A REDES DE ALTA

### VELOCIDAD

4.1 Proyecto AMPATH.....	127
4.1.1 Solicitud de información de AMPATH .....	128
4.1.2 Ejemplo de registro a Internet 2 .....	130
4.1.3 Beneficios de AMPATH .....	133
4.2 Proyecto ALICE.....	134
4.2.1 Programa @LIS.....	135
4.2.2 Red CLARA.....	136
4.2.2.1 Costos de conexión.....	136
4.2.2.2 Recursos humanos para la operación .....	137
4.2.2.3 Topología de la red.....	137
4.2.3 Red <i>GÉANT</i> .....	139
4.2.3.1 Velocidad de <i>Gigabits</i> .....	139
4.2.3.2 Expansión geográfica .....	140
4.2.3.3 Interconectividad global.....	140
4.2.3.4 Calidad de servicio (QoS) garantizada.....	140
4.2.3.5 SEQUIN .....	141
4.3 Proyecto RAGIE .....	142
4.3.1 Antecedentes .....	143
4.3.2 Descripción.....	143

4.3.3 Proyecto <i>Caesar</i> .....	144
4.3.4 Proyecto AMPATH.....	145

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>146</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>147</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>148</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>151</b>

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1. Perfil de los usuarios de Internet.....	7
2. Número de usuarios de Internet en el mundo.....	8
3. Lo más vendido por Internet .....	8
4. ¿Qué busca el usuario en Internet?.....	9
5. Prácticas más habituales en Internet .....	10
6. Flujo de datos entre capas .....	15
7. Conversión de direcciones IP.....	17
8. ICMP (" <i>Internet Control Message Protocol</i> ").....	20
9. Formato de mensajes ICMP .....	22
10. Red inicial de la Universidad de <i>Wyoming</i> .....	43
11. Red mejorada de la Universidad de <i>Wyoming</i> .....	44
12. Universidades miembros de Internet II.....	45
13. ATM privado y ATM público.....	50
14. Celda ATM.....	51
15. El modelo de referencia B-ISDN ATM .....	53
16. Las capas y subcapas de ATM .....	55
17. Una red ATM comprende conmutadores ATM y terminales .....	56
18. Especificaciones de interfaces para redes privadas y públicas .....	57
19. Cabeceras UNI y NNI .....	58
20. <i>Gigapop</i> .....	61
21. <i>Gigapos</i> en Estados Unidos.....	62
22. Conexión de <i>gigapops</i> .....	73

23. Cabecera IPv6 .....	80
24. Longitud de onda de Emergia .....	97
25. Fibras de Emergia .....	99
26. Topología de red del Ministerio de Educación .....	107
27. Topología propuesta para la red CLARA .....	138

## TABLAS

I. Clasificación de sistemas multiprocesadores.....	12
II. Costos estimados de un <i>Gigapop</i> en la Universidad de BC .....	109
III. Costos de conexión a CLARA .....	136

## GLOSARIO

- Acceso conmutado** Es una conexión de red que se puede crear y desechar según se requiera. Los enlaces de marcado por línea telefónica son la forma más sencilla de conexiones con acceso conmutado. SLIP y PPP son protocolos generalmente utilizados en este tipo de conexiones. Véase línea conmutada, módem.
- Address (Dirección)** Véase Dirección Electrónica, Dirección IP.
- Ancho de banda** Cantidad de *bits* que pueden viajar por el medio físico (cable coaxial, par trenzado, fibra óptica, etc.). Entre mayor sea el ancho de banda obtenemos más rápido la información. Se mide en millones de bits por segundo (Mbps). Las velocidades típicas hoy en día son de 10 Mbps a 100 Mbps.
- Aplicación** *Software* que realiza una función útil. Los programas que se utilizan para realizar alguna función (como correo electrónico, FTP, etc.) son las aplicaciones cliente.
- Archivo** Es una secuencia de *bytes* dentro de una unidad de almacenamiento: Disco duro, *disquete*, disco óptico, etc. Véase *Byte*.

<b>ARPANET</b> ( <i>Advanced Research Projects Agency Network</i> )	Red experimental con fines militares establecida en los años setenta, en la cual se probaron las teorías y el software en los que esta basado Internet. ARPANET era una red experimental que apoyaba la investigación militar, en particular la investigación sobre cómo construir redes que pudieran soportar fallas parciales (como las producidas por los bombardeos) y aún así funcionar.
<b>ASCII</b> ( <i>American Standard Code for Information Interchange</i> )	Es de facto el estándar del <i>World Wide Web</i> para el código utilizado por computadoras para representar todas las letras (mayúsculas, minúsculas, letras latinas, números, signos de puntuación, etc.). Véase Archivo de Texto, Binario, UUENCODE, UUDECODE.
<b>ATM</b> ( <i>Asynchronous Transfer Mode</i> )	Modo de Transferencia Asíncrona. Tecnología de conmutación basada en la transmisión de paquetes de longitud fija (53 <i>bytes</i> ) a gran velocidad (2 Mbps, 34 Mbps, 155 Mbps, 622 Mbps y 2,5 Gbps), especialmente adecuada para la transmisión de voz y sonido.
<b>Attachment (Anexo)</b>	Archivo que se envía junto con los mensajes de correo electrónico.
<b>Backbone</b>	Línea de transmisión de información de alta velocidad o una serie de conexiones que juntas forman una vía con gran ancho de banda. Un <i>Backbone</i> conecta dos puntos o redes distanciados geográficamente, a altas velocidades.

<b>Bases de datos distribuidas</b>	Bases de datos que se pueden encontrar en diversas partes del planeta y que se presentan ante el usuario como una base de datos única. Un ejemplo de ello es el DNS ( <i>Domain Name Service</i> ) en que se basa Internet, donde las direcciones de las computadoras se encuentran en diversas computadoras (cada una encargada de un dominio), y que se presentan ante el usuario como una base de datos única con todos los dominios del planeta.
<b>Baudio (<i>baud</i>)</b>	La información debe ser codificada de alguna manera (mediante símbolos) para poder viajar por las líneas de transmisión. El baudio es la unidad que mide el número de símbolos que viajan por una línea de transmisión en un segundo.
<b>Binario</b>	Archivo que contiene códigos y caracteres que sólo pueden ser utilizados por tipo específico de <i>software</i> . Los más comunes son los archivos ejecutables, gráficos y documentos con formato. Véase Archivo de Texto, <i>BinHex.</i> , UUENCODE, UUDECODE.
<b><i>BinHex (BINary HEXadecimal)</i></b>	Método para convertir archivos no ASCII o binarios al formato de siete <i>bits</i> ASCII. Este método es utilizado principalmente por computadora <i>Macintosh</i> . Esto es necesario porque el correo en Internet solo puede utilizar el ASCII. En 7 bits Véase Mime,UUENCODE, UUDECODE.
<b>Bit (<i>Binary DIGIT</i>)</b>	Unidad mínima de almacenamiento de la información. Su valor puede ser 0 ó 1 ó verdadero o falso.
<b>Byte</b>	Representa una secuencia de ocho <i>bit's</i> . Véase <i>Bit</i> .

<b>Cableado</b>	Columna vertebral de una red que utiliza un medio físico de cable, casi siempre del tipo de red de área local (LAN), que lleva la información de un nodo a otro. Véase Cable Coaxial, fibra óptica, par trenzado, topología de red.
<b>Cable Coaxial</b>	Núcleo de cobre, aislado por plástico de un recubrimiento metálico y este a su vez envuelto en otra capa de plástico. Suelen emplearse dos tipos de cable coaxial para las redes locales: cable de 50 Ohms, para señales digitales, y cable de 75 Ohms, para señales analógicas y para señales de alta velocidad.
<b>CERN</b>	Laboratorio Europeo de Física de Partículas. Fue el desarrollador inicial del <i>World Wide Web</i> . Actualmente los estándares del <i>Web</i> son desarrollados por la <i>World Wide Web Organization</i> (3WO).
<b>CERT</b>	Equipo de Respuesta para Emergencias Informáticas ( <i>Computer Emergency Response Team</i> ). Fue creado en 1988 como respuesta a las carencias mostradas durante el incidente del gusano de ese mismo año que afectó a más de 6000 computadoras enlazadas a Internet.
<b>Chat</b>	Término utilizado para describir la comunicación de usuarios en tiempo real. Véase IRC.
<b>CGI</b>	(Common Gateway Interface). Una interfaz escrita en un lenguaje de programación (perl, c, c++, visual basic, etc) y posteriormente ejecutada o interpretada por una computadora servidor para contestar a pedidos del usuario desde una computadora con una aplicación cliente.

**Correo Electrónico** (*e-mail*). Permite el intercambio de mensajes entre personas conectadas a una red de manera similar al correo tradicional. Entre las aplicaciones cliente de correo electrónico tenemos a Eudora, *Mail*, Pine, Pegasus, etc. La definición acerca del correo electrónico fue especificada en el RFC # 822. Véase Dirección electrónica, POP, SMTP, UUENCODE, UUDECODE.

**Cyberspace** Término originado por *William Gibson* en su novela *Neuromancer*. La palabra *Cyberspace* es ampliamente usada para describir los recursos de información disponibles a través de Internet.

**Dirección electrónica** (*address*). Dirección de un usuario en Internet. Por medio de ella es posible enviar correo electrónico a un usuario. Esta es única para cada usuario y se compone por el *login* de un usuario, arroba y el nombre del servidor de correo electrónico. p.e. usuario@computadora.com.

**Dirección IP** La dirección del protocolo de Internet (IP) es la dirección numérica de una computadora en Internet. Cada dirección electrónica se asigna a una computadora conectada a Internet y por lo tanto es única. La dirección IP esta compuesta de cuatro octetos como 132.248.53.10.

**DNS** Sistema de nomenclatura de dominios (*Domain Name System*). Es un sistema que se establece en un servidor (que se encarga de un dominio) que traduce nombres de computadoras (como servidor.dgsca.unam.mx) a domicilios numéricos de Internet (direcciones IP) (como 132.248.10.1).

<b>Dominio</b>	Conjunto de computadoras que comparten una característica común, como el estar en el mismo país, en la misma organización o en el mismo departamento. Cada dominio es administrado por un servidor de dominios. Los dominios se establecen de acuerdo al uso que se le da a la computadora y al lugar donde se encuentre.
<b>DWDM</b>	Viene del inglés " <i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i> " , que traducido al castellano significa Multiplexión Densa por División de Onda. Se trata de una tecnología que permite introducir datos de diferentes fuentes en una fibra óptica, en la que la señal de cada fuente viaja en una frecuencia de onda distinta y separada de las demás.
<b>Enrutador</b>	Elemento que determinan la trayectoria más eficiente de datos entre dos segmentos de red. Operan en la capa superior del modelo OSI a la de los puentes (la capa de red) no están limitado por protocolos de acceso o medio.
<b>Ethernet</b>	Tipo de red de área local desarrollada en forma conjunta por <i>Xerox, Intel y Digital Equipment</i> . Se apoya en la topología de bus. Y que tiene un ancho de banda de 10 Mbps.
<b>Fibra óptica</b>	Combinación de vidrio y materiales plásticos. A diferencia del cable coaxial y del par trenzado no se apoya en los impulsos eléctricos, sino que transmite por medio de impulsos luminosos. Es el medio físico por medio del cual se pueden conectar varias computadoras. Véase cableado, cable coaxial, par trenzado.

<b><i>Fire Wall</i></b>	Una combinación de <i>hardware</i> y <i>software</i> que separa una red de área local (LAN) en dos o mas partes con propósitos de seguridad.
<b><i>Freeware</i></b>	Aplicaciones que pueden obtenerse directamente de Internet y que no es necesario pagar por su utilización.
<b>FTP</b>	a) Protocolo de transferencia de archivos ( <i>File transfer Protocol</i> ). b) Aplicación que desplaza archivos utilizando el Protocolo de transferencia de archivos. FTP anónimo. Procedimiento que se utiliza para descargar archivos públicos de una computadora remota a una local.
<b><i>Full Duplex</i></b>	Característica de algunas tarjetas de sonido que permite que estas transmitan información audible al mismo tiempo que la reciben, de manera similar a un teléfono convencional.
<b><i>Gateway</i></b>	(Puente) Sistema de información que transfiere información entre sistemas o redes incompatibles.
<b>GIF</b>	( <i>Graphics Interchange Format</i> ) Formato binario de archivos que contienen imágenes. Este formato es utilizado por su alta capacidad de compresión de la información de una imagen.
<b><i>Gopher</i></b>	Un servicio basado en menús que sirve para explorar recursos de Internet.
<b><i>Hacker</i></b>	Persona que tiene un conocimiento profundo acerca del funcionamiento de redes y que puede advertir los errores y fallas

de seguridad del mismo. Véase CERT.

<b>Hardware</b>	Conjunto de elementos materiales que forman parte de una computadora.
<b>Hipermedia</b>	Combinación de texto y multimedia. Actualmente es un recurso ampliamente explotado en el <i>World Wide Web</i> .
<b>Hipertexto</b>	Documentos que contienen vínculos con otros documentos, al seleccionar un vinculo automáticamente se despliega el segundo documento.
<b>Homepage</b>	(Página inicial). Es la pagina <i>web</i> de entrada a un lugar del <i>World Wide Web</i> . Es considerada la página principal.
<b>Host</b>	(Anfitrión). Computadora a la que tenemos acceso de diversas formas ( <i>telnet</i> , FTP, <i>World Wide Web</i> , etc). Es el servidor que nos provee de la información que requerimos para realizar algún procedimiento desde una aplicación cliente.
<b>HTML</b>	Lenguaje de marcado de hipertexto, ( <i>Hiper-Text Markup Languaje</i> ) es el lenguaje con que se escriben los documentos en el <i>World Wide Web</i> . Véase HTTP.
<b>HTTP</b>	Protocolo de Transferencia de Hipertextos ( <i>Hiper-Text Transfer Protocol</i> ). Es el protocolo usado por el <i>Word Wide Web</i> para transmitir páginas HTML.
<b>IANA</b>	( <i>Internet Assigned Numbers Authority</i> ). Es el organismo de la ISOC ( <i>Internet Society</i> <a href="http://info.isoc.org">http://info.isoc.org</a> ) de la administración

de las direcciones Internet (direcciones IP) así como de la creación de nuevos dominios (DNS) (Actualmente se encuentra en estudio la creación de nuevos dominios como inc, co etc).

**IMAP**

Protocolo de Acceso a Mensajes de Internet (*Internet Message Access Protocol*). Protocolo diseñado para permitir la manipulación de buzones remotos como si fueran locales.

**INTERNET**

Es una red de cómputo a nivel mundial que agrupa a distintos tipos de redes usando un mismo protocolo de comunicación. Los usuarios en Internet pueden compartir datos, recursos y servicios. Internet se apoya en el conjunto de protocolos TCP/IP De forma más específica, Internet es la WAN más grande que hay en el planeta, e incluye decenas de MAN's y miles de LAN's.

**Internet Explorer**

Programa visualizador del *World Wide Web*. Disponible gratuitamente desde <http://www.microsoft.com/ie>. La versión 3 de este programa soporta *Java* y controles *Active X*.

**InterNIC**

Es el nombre que se le da al conjunto de proveedores de servicios de registro. El *InterNIC* define los nombres de dominio a nivel mundial. El sitio de la *Internic* (<http://www.internic.net>) es mantenido además por la *Nacional Science Foundation* (NSF <http://www.nsf.gov>) y la compañía de telecomunicaciones ATT (<http://www.att.com>).

<b><i>Intranet</i></b>	Una red privada dentro de una compañía u organización que utiliza el mismo software que se encuentra en Internet, pero que es solo para uso interno.
<b>IP</b>	Protocolo Internet. Permite a un paquete de datos viajar a través de múltiples redes hasta alcanzar su destino. Se encarga de la capa de red del modelo OSI. Véase Dirección IP, TCP.
<b>ISDN</b>	Red Digital de Servicios Integrados.(RDSI) ( <i>Integrated Services Digital Network</i> ). En español se abrevia RDSI. En el servicio de ISDN las líneas telefónicas transportan señales digitales en lugar de señales analógicas, lo que aumenta considerablemente la velocidad de transferencia de datos a la computadora.
<b>ISO</b>	Organización Internacional para la Estandarización ( <i>International Organization for Standardization</i> ). Es una organización que ha definido un conjunto de protocolos diferentes, llamados protocolos ISO/OSI.
<b>ISOC</b>	Sociedad Internet ( <i>Internet Society</i> ). Es una organización cuyos miembros dan el soporte y regulan a Internet.
<b>JPG o JPEG</b>	( <i>Joint Photographic Experts Group</i> ) Un formato para guardar imágenes que las hace ocupar poco espacio en la memoria de la computadora y en disco. Por esta razón son más rápidas de transmitir a través del <i>web</i> .

<b>LAN</b>	Red de área local ( <i>local area network</i> ). Red cuyas dimensiones no exceden 10 km. Puede tratarse de computadoras conectadas en una oficina, en un edificio o en varios.
<b>Línea conmutada</b>	Se refiere al tipo de conexión que se establece usando un emulador de terminal y un módem.
<b>Línea dedicada</b>	Línea privada que se utiliza para conectar redes de área local de tamaño moderado a un proveedor de servicios de Internet. Se caracteriza por ser una conexión permanente.
<b>Login</b>	Clave de acceso que se le asigna a un usuario para que pueda utilizar los recursos de una computadora. El <i>login</i> define al usuario y lo identifica dentro de Internet junto con la dirección electrónica de la computadora que utiliza.
<b>MAN</b>	Red de área metropolitana ( <i>Metropolitan area Network</i> ). Red que no va más allá de los cien km. Equipos de cómputo y sus periféricos conectados en una ciudad o en varias forman una MAN.
<b>MIME</b>	Extensiones de Correo de Internet de Múltiples propósitos ( <i>Multipurpose Internet Mail Extensions</i> ) Técnica para codificar archivos y anexarlos a un mensaje de correo electrónico.

<b>Módem</b>	Equipo utilizado para adecuar las señales digitales de una computadora a una línea telefónica o a una red digital de servicios integrados (ISDN), mediante un proceso denominado de modulación (para transmitir información) y demodulación (para recibir información), de ahí su nombre.
<b>NIC</b>	Centro de Información de red ( <i>Network Information Center</i> ). Organización responsable de proporcionar información de una red a los usuarios.
<b>NSFNET</b>	Red de la Fundación Nacional de la Ciencia ( <i>National Science Foundation</i> (NSF) <a href="http://www.nsf.gov">http:// www.nsf.gov</a> ). Fue de las primeras redes académicas en hacerse cargo de Internet y es actualmente eje central de la misma.
<b>Octeto</b>	( <i>octect</i> ). Término para referirse a los ocho bits que conforman un <i>byte</i> .
<b>OSI</b>	Interconexión de Sistemas Abiertos ( <i>Open Systems Interconnect</i> ). Es el protocolo en el que se apoya Internet. Establece la manera como se realiza la comunicación entre dos computadoras a través de siete capas: Física, Datos, Red, Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación. Véase TCP/IP.
<b>Página web</b>	Es el resultado en hipertexto e hipermedia que proporciona un visualizador de <i>World Wide Web</i> después de obtener la información solicitada.

<b>Paquete</b>	<i>(packet)</i> . La unidad de datos que se envía a través de una red. Un paquete se compone de un conjunto de bits que viajan juntos.
<b>Par trenzado</b>	Parecido al cable utilizado para teléfonos, pero con una cantidad mayor de cables dentro. Es el medio físico por medio del cual se pueden conectar varias computadoras.
<b>Password</b>	Palabra clave que se le asigna a un usuario, además de su <i>login</i> , como contraseña para la utilización de los recursos de una computadora. El <i>password</i> no es visible en la pantalla al momento de teclearlo.
<b>POP</b>	Protocolo de Oficina de Correos ( <i>Post Office Protocol</i> ) Programa cliente que se comunica con el servidor, identifica la presencia de nuevos mensajes, solicita la entre de los mismos y utiliza al servidor como oficina despachadora de correo electrónico cuando el usuario envía una carta.
<b>POP-3</b>	Versión 3 del Protocolo de Oficina de correos.
<b>PPP</b>	Protocolo Punto a Punto ( <i>Point to Point Protocol</i> ). Implementación de TCP/IP por líneas seriales (como en el caso del módem). Es mas reciente y complejo que SLIP.
<b>Protocolo</b>	a) Es la definición de como deben comunicarse dos computadoras, sus reglas de comportamiento, etc. b) Definición de reglas. Estas reglas técnicas describen el formato que debe tener la información que se intercambian dos o más computadoras, para que puedan entenderse.

<b>Proveedor de Servicios de Internet</b>	<i>(Internet Service Provider )</i> Organización que provee la conexión de computadoras a Internet, ya sea por líneas dedicadas o por líneas conmutadas.
<b><i>Proxy</i></b>	Computadora que se encarga de guardar las páginas <i>Web</i> a las que accede más frecuentemente un conjunto de usuarios (podría ser el del servidor del proveedor de servicios Internet o uno en la una red local) para acelerar el acceso a dichas páginas sin necesidad de conectarse a Internet.
<b>Puente</b>	<i>(bridge)</i> . Los puentes son dispositivos que tienen usos definidos. Primero, pueden interconectar segmentos de red a través de medios físicos diferentes; por ejemplo, no es poco común ver puentes entre cable coaxial y de fibra óptica.
<b>Puerto</b>	Tiene varias acepciones: Mecanismo utilizado por protocolos de transporte como TCP para mantener varias conexiones simultáneas con un único nodo. Todos los servidores de Internet esperan conexiones por un puerto determinado según el servicio que proporcionan ( <i>Gopher: 70, WWW:80</i> ).
<b>Punto de presencia</b>	Servidor en Internet que hospeda páginas <i>Web</i> a disposición de todos los usuarios.
<b>RED</b>	Agrupación tanto de equipos como de programas que comparten recursos entre sí, observando "reglas de comportamiento" a partir del uso de un lenguaje y medios de transmisión comunes.

<b>Red Inalámbrica</b>	Red que no utiliza como medio físico el cableado sino el aire, utilizando generalmente microondas, o rayos infrarrojos.
<b>RFC</b>	Solicitud para comentarios ( <i>Request for Comments</i> ). Es un conjunto de documentos en los cuales los estándares de Internet, los estándares propuestos y, generalmente las ideas en proceso de aceptación son documentados y publicados.
<b>Router</b>	Dispositivo de <i>hardware</i> que reenvía paquetes de datos recibidos, hacia otras redes posiblemente de diferente topología. También llamados enrutadores.
<b>Servidor</b>	Computadora dedicada a gestionar el uso de la red por otras computadoras llamadas clientes. Contiene archivos y recursos que pueden ser accedidos desde otras computadoras (terminales).
<b>Slip</b>	<i>Serial Line Internet Protocol</i> . Es una implementación de TCP/IP por líneas seriales. Para conectar un módem a Internet es necesario establecer un protocolo SLIP o PPP; entonces la conexión se realiza por SLIP y por un programa que establece los <i>sockets</i> o canales de comunicación de las aplicaciones.
<b>SMTP</b>	( <i>Simple Mail Transfer Protocol</i> ) . Protocolo que se usa para transferir correo electrónico entre servidores de correo. Como sólo transfiere mensajes entre servidores, el usuario debe utilizar otro protocolo para acceder los mensajes como POP o IMAP.
<b>Software</b>	Conjunto de programas que hacen funcionar a las computadoras.

<b>SSL</b>	Capa de conexiones Seguras. ( <i>Secure Sockets Layer</i> ) Utiliza una llave de 40 bits para encriptar la información proporcionada de manera confidencial, ya sea a un proveedor, una base de datos, etc.
<b>T-1</b>	Tecnología que transmite a través de cable trenzado o fibra óptica a 1.544 Mbps. Utilizada para conectar redes de grandes compañías a Internet.
<b>T-3</b>	Línea dedicada que permite transferir información a 44.73 Mbps. Al igual que T-1, es utilizada para conectar redes corporativas a Internet.
<b>TCP</b>	Protocolo de control de transmisión ( <i>Transfer Control Protocol</i> ). Es el protocolo que se encarga de la transferencia de los paquetes a través de Internet. Se encarga de que los paquetes lleguen al destino sin ningún error o pide su reenvío. Se encarga de la capa de transporte del modelo OSI. Véase IP, UDP.
<b>Telemática</b>	Disciplina técnica que se encarga de investigar y desarrollar la transmisión de la información, así como la informática se encarga de su gestión.
<b>Telnet</b>	Protocolo de emulación de terminal que permite establecer una sesión remota a otra computadora en Internet. Véase Protocolo, Internet.

<b>TEN-155</b>	Es una red europea de investigación que entro en operación en diciembre de 1998; interconecta 16 redes universitarias a lo largo de ese continente a velocidades de hasta 155 Mbps.
<b>Terminal</b>	Dispositivo compuesto generalmente por teclado y monitor, sin capacidad de procesamiento , que se conectan a una computadora principal o servidor para realizar consultas o modificaciones sobre la información que éste gestiona de forma centralizada.
<b><i>Token Ring</i></b>	Red local desarrollada por IBM que utiliza el protocolo de acceso <i>Token Passing</i> y que utiliza un ancho de banda de 4 y 16 Mbps. Utiliza la topología de anillo.
<b>Topologías de anillo</b>	Topología en donde las estaciones de trabajo se conectan físicamente en un anillo, terminando el cable en la misma estación de donde se originó.
<b>Topología de bus</b>	Topología en donde todas las estaciones se conectan a un cable central llamado "bus". Este tipo de topología es fácil de instalar y requiere menos cable que la topología de estrella.
<b>Topología de estrella</b>	Topología donde cada estación se conecta con su propio cable a un dispositivo de conexión central, bien sea un servidor de archivo o un concentrador o repetidor.
<b>Topología de red</b>	Se refiere a cómo se establece y se cablea físicamente una red. La elección de la topología afectará la facilidad de la instalación, el costo del cable y la confiabilidad de la red.

<b>UDP</b>	Protocolo de Datagramas de usuario ( <i>User Datagram Protocol</i> ). Protocolo que no pide confirmación de la validez de los paquetes enviados por la computadora emisora.
<b>UNIX</b>	Sistema operativo especializado en capacidades de multiusuario y multitarea. Unix fue la base inicial de Internet. Entre sus características más importantes se pueden mencionar: Redireccionamiento de entrada/salida, alta portabilidad al estar escrito en lenguaje C, lo que lo hace independiente del hardware.
<b>URL</b>	Localizador Uniforme de recursos ( <i>Uniform Resource Locator</i> ). Sistema de direccionamiento estándar para archivos y funciones de Internet, especialmente en el <i>Word Wide Web</i> .
<b>Usuario</b>	Un usuario es la persona que tiene una cuenta en una determinada computadora por medio de la cual puede acceder a los recursos y servicios que ofrece una red.
<b>UUDECODE</b>	( <i>Unix to Unix Decoding</i> ). Método para convertir archivos enviados por correo electrónico (codificados con UUENCODE), a un formato binario
<b>UUENCODE</b>	( <i>Unix to Unix Encoding</i> ). Método para convertir archivos binarios a formato ASCII (Archivo de Texto), para que puedan ser enviados vía correo electrónico.

<b>Videokonferencia</b>	Sistema que permite la transmisión en tiempo real de video, sonido y texto a través de una red, ya sea de área local (LAN) o global (WAN). El <i>hardware</i> necesario es tarjeta de sonido y vídeo, vídeo cámara, micrófono y bocinas.
<b>Virus</b>	Programa que se duplica a sí mismo en un sistema informático incorporándose a otros programas que son utilizados por varios sistemas.
<b>Visualizador</b>	( <i>Browser</i> ). Programa que despliega la información almacenada en páginas HTML que se encuentran disponibles en servidores del <i>World Wide Web</i> . Como ejemplo de visualizadores tenemos <i>Cello</i> , <i>Internet Explorer</i> , <i>Mosaic</i> , <i>Netscape</i> , <i>Plugins</i> , etc.
<b>WAN</b>	Red de área mundial ( <i>World Area Network</i> ). Puede extenderse a todo un país o a muchos a través del mundo. Véase LAN, MAN.
<b>Web</b>	Nombre popular con que se conoce a la telaraña de ámbito mundial (WWW).
<b>Website</b>	Conjunto de páginas <i>web</i> que comparten un mismo tema e intención y que generalmente se encuentra en un sólo servidor, aunque esto no es forzoso.
<b>World Wide Web</b>	Sistema basado en hipertextos cuya función es buscar y tener acceso a documentos a través de la red. Es el servicio Internet más popular, auténtico responsable del gran auge de la red de redes.

**WWW**

Véase *World Wide Web*.

**ZIP**

Formato de compresión de archivos para los sistemas operativos MS-DOS y Windows. Los archivos contienen la extensión *zip*. Las utilerías que manejan este tipo de archivos son PKZIP/PKUNZIP, WINZIP; entre otras. Véase Archivo.

## RESUMEN

El progenitor de Internet fue una red global creada por el departamento de Defensa de los Estados Unidos como parte de la institución ARPA: Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada (*Advanced Research Projects Agency*). A esta red se le llamó “ARPANET”; el gran soporte y la buena administración de ARPA fue crucial para el desarrollo de ARPANET. Durante la década de los ochenta, las redes conectadas a *ARPAnet* continuaron incrementándose. La *ARPANET* original evolucionó hacia Internet (*Internetworking System*) que es básicamente una red de área amplia WAN conectada por el protocolo TCP/IP.

Internet II (o Internet 2) es un proyecto colectivo que reúne a más de 200 universidades en los Estados Unidos de América con el objetivo de desarrollar la próxima generación de aplicaciones telemáticas para facilitar las misiones de investigación y educación de las universidades. Internet II se basa en el desarrollo de aplicaciones de vanguardia tales como la teleinmersión, bibliotecas digitales y laboratorios virtuales. El elemento clave en la arquitectura de Internet II es el *gigapop* (de *gigabit capacity point of presence* o "punto de presencia con capacidad de gigabits"), un punto de interconexión de tecnología avanzada y alta capacidad donde los participantes de Internet II pueden intercambiar tráfico de servicios avanzados con otros participantes del proyecto. La empresa *Cisco Systems* fue la primera corporación del proyecto Internet II y hasta la fecha ha colaborado con más de 10 millones de dólares en equipo para el desarrollo de dicho proyecto.

## **OBJETIVOS**

- **General**

Proporcionar un amplio panorama de lo que es el proyecto Internet II, cuáles son sus expectativas, principales aplicaciones, tecnología utilizada y la factibilidad de implementarlo en Guatemala.

- **Especificos**

1. Determinar los requerimientos para una conexión sobre Internet II.
2. Determinar las expectativas de los futuros usuarios de Internet II.
3. Establecer las mejoras de Internet II sobre Internet.
4. Establecer los costos de implementación de Internet II.
5. Establecer la fiabilidad de la transmisión en Internet II.
6. Determinar la tecnología de comunicaciones existente en Guatemala.
7. Determinar empresas guatemaltecas interesadas en Internet II.

## INTRODUCCIÓN

Una red de computadoras es más que un grupo de ellas conectadas por algún medio de transmisión (cable coaxial, fibra óptica, microondas, etc); tiene que ver también con el propósito por el cual necesitan comunicarse.

Internet es la mayor red de computadoras a nivel mundial en operación actualmente, las cuales comparten y brindan información muy variada; con sus millones de usuarios se ha convertido en un pilar de la comunicación global. Sin embargo, Internet no es, con todos los beneficios, el ideal de las redes de computadoras más bien se esta convirtiendo en un programa de “*click* y espera” en donde los usuarios tienen que tener paciencia y tiempo disponible para navegar en los múltiples vínculos de la red. El tiempo de respuesta y otras mejoras se podrán disfrutar con la llegada de “Internet II” (o cualquier nombre que se le de a la red sucesora de lo que actualmente es Internet); este es el principal tema de investigación del presente trabajo de graduación, esperando responder al lector con sus inquietudes sobre lo que va a ser “Internet II”.

En el capítulo 1, se brinda una descripción de qué es Internet en estos tiempos, empezando con una breve historia de su desarrollo e identificando quiénes son sus usuarios principales. Los principales componentes técnicos (*hardware* y *software*) que hacen funcionar a Internet también se describen en este capítulo, así como las principales aplicaciones: correo electrónico, transferencia de archivos, *chat*.

El capítulo 2 trata de lleno el tema de Internet II, comenzando por una definición formal y una descripción general. Seguidamente se explican los requerimientos para Internet II iniciando con la tecnología ATM (Modo de Transferencia Asíncrona) utilizada para la transmisión de datos, video y voz. El *software* de apoyo es un elemento muy importante en Internet II, en este caso es el protocolo IP versión 6 que se explicará en el capítulo 2. Las aplicaciones más comunes de Internet II se describen en este capítulo.

Por último, el capítulo 3 trata principalmente de la factibilidad de implementación de Internet II en Guatemala, comenzando por la tecnología de comunicaciones existente; costos de implementación y una investigación del estado de las empresas proveedoras de servicios de red en Guatemala.



# 1. INTERNET EN LA ACTUALIDAD

Internet en estos tiempos es un lugar para hacer compras, leer portadas de periódicos y buscar música de nuestros artistas favoritos; para otros es la lucha por la sobrevivencia al estar constantemente actualizando sus páginas para poder competir mejor en el “mercado cibernético”; algunas personas lo usan para hacer grupos de discusión de un tema de interés común; y para otros, es una forma de fastidiar a empresas incursionando en sus redes privadas. Como sea, es una red de computadoras que abarca a casi todo el mundo; y muchas empresas han explotado esta característica.

## 1.1 Descripción General de Internet

Internet hoy en día es una gran red de servidores de *World Wide Web* (www) que nos presentan sus páginas de información con colores, figuras, sonidos y hasta video; de FTP (Protocolo de Transferencia de Archivos) para hacer transferencias de archivos y correo electrónico unidos todos por el protocolo<sup>1</sup> TCP/IP. La señal de Internet se transmite por muchos medios físicos como: fibra óptica, cable coaxial/cobre, satélites, etc.

Las redes se comunican mediante dos elementos básicos: el *hardware* y el *software* (ver glosario). Esto excluye, por supuesto, al *hardware* que no se necesita directamente para el funcionamiento de la red, periféricos como: impresoras, máquinas de fax, etc y computadoras como servidores, estaciones de trabajo, etc. Más aún, el *software* que utilizan estos dispositivos y periféricos también debe excluirse. Lo que queda después de eliminar estos componentes de *software* y *hardware* son los bloques básicos para la construcción de una red.

---

<sup>1</sup> Protocolo es el conjunto de reglas que gobiernan una comunicación.

El primer elemento, es una serie de aplicaciones diseñadas para pasar información desde un dispositivo o periférico de la red a otro, como por ejemplo, las tarjetas de interfaz de red (NIC). Esto por lo que al *hardware* se refiere. El segundo elemento, es la información que se pasa entre los distintos dispositivos de la red, como son los protocolos de red. Esta es la parte de software necesaria. (*Shimmin, 1995*)

El *World Wide Web* (WWW) ofrece la forma más elegante de presentar información vía Internet. Una página *web* puede verse como una colorida foto de revista. También puede agregar sonido y cortes de video a una página *web*, para crear una deslumbrante presentación multimedia. Las páginas *web* invariablemente incluyen ligas de hipertexto que permiten a los usuarios navegar en cualquier dirección que escojan y regresar rápidamente a cualquier punto a lo largo del camino. (*Hakala, 1995*)

### **1.1.1 Historia de Internet**

El progenitor de Internet fue una red global creada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos como parte de la institución ARPA: Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada (*Advanced Research Projects Agency*). A esta red se le llamó “*ARPANET*”; el gran soporte y la buena administración de ARPA fue crucial para el desarrollo de *ARPANET*.

ARPA se formó con un especial énfasis hacia la investigación y no se limitó al área militar únicamente. ARPA fue una reacción del gobierno de Estados Unidos al lanzamiento del satélite “*Sputnik*” por parte de la Unión Soviética en 1957; desde entonces a ARPA le fue asignada la tarea de cómo utilizar su investigación sobre las computadoras para crear una red de comunicación mundial.

En esa época las computadoras trabajaban por medio de procesamiento por lotes, lo que significaba ingresar una pila de tarjetas perforadas, dejar que la máquina las

procesara y esperar uno o más días los resultados que producía. El esfuerzo de ARPA consistía en desarrollar la computación interactiva; tarea asignada a la Oficina de Técnicas de Procesamiento de Información de los Estados Unidos. El doctor J.C.R. *Licklider* fue el Jefe del equipo de investigación de ARPA y su visión era: una “red intergaláctica” conectando a la gente y representando un cambio conceptual en la ciencia de la investigación. Esta visión fue fundamental para el desarrollo de ARPANET.

Posteriormente se desarrollaron protocolos de comunicación para redes de área amplia (WAN)<sup>2</sup> para ligar redes de transmisión de paquetes de diferentes tipos capaces de resistir las condiciones de operación más difíciles y continuar funcionando aún con la pérdida de una parte de la red (por ejemplo, en caso de guerra). Pronto, otros centros de cómputo que no se encontraban conectados a *ARPAnet* se dieron cuenta de las ventajas de la comunicación electrónica. Muchos encontraron métodos para conectar sus redes privadas a *ARPAnet*, lo cual creó la necesidad de enlazar computadoras con diferencias esenciales; por ejemplo, una IBM con una VAX. Estas investigaciones dieron como resultado el protocolo TCP/IP: Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet; que es un sistema de comunicaciones muy sólido y robusto bajo el cual se integran todas las redes que conforman lo que se conoce actualmente como Internet. Durante el desarrollo de este protocolo se incrementó notablemente el número de redes locales de agencias gubernamentales y de universidades que participaban en el proyecto, dando origen así a la red de redes más grande del mundo.

Durante la década de los ochenta, las redes conectadas a *ARPAnet* continuaron incrementándose. En 1982, *ARPAnet* se unió a *MILnet* (la red de la milicia norteamericana), y a otras redes. Las funciones militares se separaron y se permitió el acceso a la red a todo aquel que lo requiriera sin importar de qué país provenía la solicitud, siempre y cuando fuera para fines académicos o de investigación (y por

---

<sup>2</sup> Una WAN es una red de computadoras que se extiende a través de uno o varios países.

supuesto que pagara sus propios gastos de conexión). Los usuarios pronto encontraron que la información que había en la red era por demás útil y que, si cada quien aportaba algo, se enriquecería aún más el acervo de información existente. [1]

La ARPANET original evolucionó hacia Internet (*Internetworking System*) que es básicamente una red de área amplia WAN conectada por el protocolo TCP/IP. Internet se basó en la idea de que habría múltiples redes independientes, de diseño casi arbitrario, empezando por ARPANET como la red pionera de conmutación de paquetes, pero que pronto incluiría redes de paquetes por satélite, redes de paquetes por radio y otros tipos de red. Internet como ahora la conocemos encierra una idea técnica clave, la de arquitectura abierta de trabajo en red. Bajo este enfoque, la elección de cualquier tecnología de red individual no respondería a una arquitectura específica de red sino que podría ser seleccionada libremente por un proveedor e interactuar con las otras redes a través del metanivel de la arquitectura de *Internetworking* (trabajo entre redes). Hasta ese momento, había un sólo método para administrar redes. Era el tradicional método de conmutación de circuitos, por el cual las redes se interconectaban a nivel de circuito pasándose bits individuales síncronamente a lo largo de una porción de circuito que unía un par de localidades finales. Juntamente con la conmutación de paquetes, las interconexiones de propósito especial entre redes constituían otra posibilidad. Y aunque había otros métodos limitados de interconexión de redes distintas, éstos requerían que una de ellas fuera usada como componente de la otra en lugar de actuar simplemente como un extremo de la comunicación para ofrecer servicio extremo a extremo (*end-to-end*).

Una de las motivaciones iniciales de ARPANET e Internet fue compartir recursos, por ejemplo, permitiendo que usuarios de redes de paquetes sobre radio pudieran acceder a sistemas de tiempo compartido conectados a ARPANET. Conectar las dos redes era mucho más económico que duplicar estos carísimos computadores. Sin embargo, mientras la transferencia de archivos y el *login* remoto (*Telnet*) eran

aplicaciones muy importantes, de todas las de esta época probablemente sea el correo electrónico la que haya tenido un impacto más significativo. El correo electrónico dio lugar a un nuevo modelo de comunicación entre las personas y cambió la naturaleza de la colaboración. Su influencia se manifestó en primer lugar en la construcción de la propia Internet, y posteriormente, en buena parte de la sociedad.

Se propusieron otras aplicaciones en los primeros tiempos de Internet, desde la comunicación vocal basada en paquetes (precursora de la telefonía sobre Internet) o varios modelos para compartir archivos y discos, hasta los primeros "programas-gusano" que mostraban el concepto de agente (y, por supuesto, de virus). Un concepto clave en Internet es que no fue diseñada para una única aplicación sino como una infraestructura general dentro de la que podrían concebirse nuevos servicios, como con posterioridad demostró la aparición de la *World Wide Web* (ver apéndice). Esto fue posible solamente debido a la orientación de propósito general que tenía el servicio implementado mediante los protocolos TCP e IP.

En los años 80, el desarrollo de las Redes de Area Local LAN, computadoras personales PC y estaciones de trabajo permitió que la naciente Internet floreciera. La tecnología *Ethernet*, desarrollada por *Bob Metcalfe* en el PARC de *Xerox* en 1973, es la dominante en Internet; las PCs (computadoras personales) y las estaciones de trabajo son los modelos de computadora dominantes. El cambio que supone pasar de una pocas redes con un modesto número de *hosts* (el modelo original de ARPANET) a tener muchas redes dio lugar a nuevos conceptos y a cambios en la tecnología. En primer lugar, hubo que definir tres clases de redes (A, B y C) para acomodar todas las existentes. La clase A representa a las redes grandes, a escala nacional (pocas redes con muchas computadoras); la clase B representa redes regionales; por último, la clase C representa redes de área local (muchas redes con relativamente pocas computadoras).

Como resultado del crecimiento de Internet, se produjo un cambio de gran importancia para la red y su gestión. Para facilitar el uso de Internet por sus usuarios se asignaron nombres a los *hosts* de forma que resultara innecesario recordar sus direcciones numéricas. Originalmente había un número muy limitado de máquinas, por lo que bastaba con una simple tabla con todas las computadoras y sus direcciones asociadas.

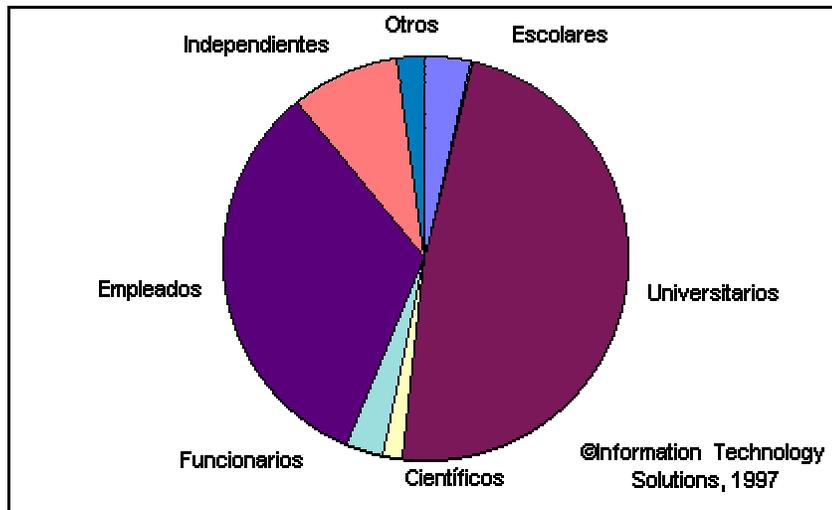
El cambio hacia un gran número de redes gestionadas independientemente (por ejemplo, las LAN) significó que no resultara ya fiable tener una pequeña tabla con todos los *hosts*. Esto llevó a la invención del DNS (*Domain Name System*, sistema de nombres de dominio) por *Paul Mockapetris* de USC/ISI. El DNS permitía un mecanismo escalable y distribuido para resolver jerárquicamente los nombres de los *hosts* (por ejemplo, *www.care.org* ó *www.ati.es*) en direcciones de Internet.

El incremento del tamaño de Internet resultó también un desafío para los *routers* (enrutadores). Originalmente había un sencillo algoritmo de enrutamiento que estaba implementado uniformemente en todos los *routers* de Internet. A medida que el número de redes en Internet se multiplicaba, el diseño inicial no era ya capaz de expandirse, por lo que fue sustituido por un modelo jerárquico de enrutamiento con un protocolo IGP (*Interior Gateway Protocol*, protocolo interno de pasarela) usado dentro de cada región de Internet y un protocolo EGP (*Exterior Gateway Protocol*, protocolo externo de pasarela) usado para mantener unidas las regiones. El diseño permitía que distintas regiones utilizaran IGP distintos, por lo que los requisitos de costo, velocidad de configuración, robustez y escalabilidad, podían ajustarse a cada situación. Los algoritmos de enrutamiento no eran los únicos en poner en dificultades la capacidad de los *routers*, también lo hacía el tamaño de las tablas de direccionamiento. Se presentaron nuevas aproximaciones a la agregación de direcciones (en particular CIDR, *Classless Interdomain Routing*, enrutamiento entre dominios sin clase) para controlar el tamaño de las tablas de enrutamiento. [2]

### 1.1.2 Usuarios principales

Internet como se mencionó anteriormente fue creada para fines de investigación, es por eso que en una encuesta hecha por *Price Waterhouse* en 1997 aparecen los universitarios como los principales usuarios de Internet (48.2%); como se muestra en la figura 1.

**Figura 1. Perfil de los usuarios de Internet**

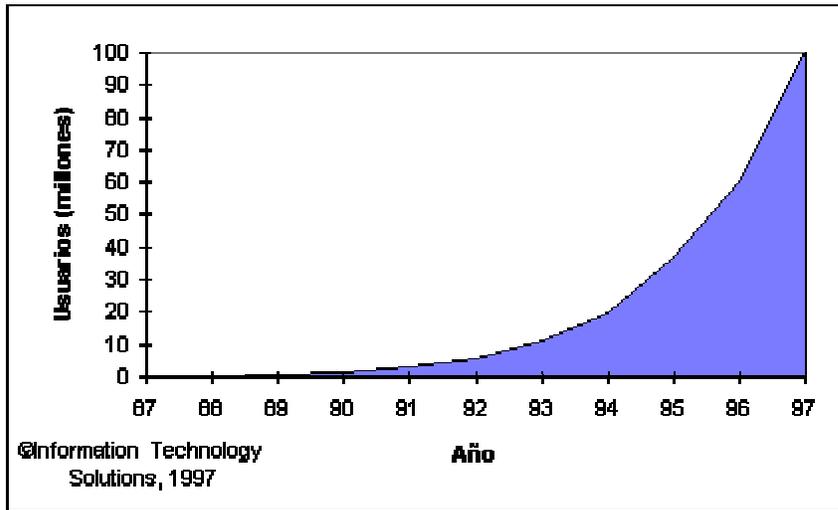


Fuente: *Price Waterhouse*, 1997

Como puede observarse los empleados de las empresas son el segundo grupo mayoritario debido en parte a la comercialización de Internet. Desde la aparición de la gran red mundial (www) en los laboratorios de investigación a finales de los ochenta el número de usuarios ha crecido exponencialmente como se observa en la figura 2. Luego de la expansión de Internet a través de las universidades estadounidenses el siguiente paso fue la comercialización de esta gran red. Empezaron a aparecer los almacenes “virtuales” en donde los clientes ingresaban vía Internet a realizar sus compras; la figura 3 muestra los tipos de mercadería más vendida en 1996 con sus respectivas proyecciones hacia los años 1997, 1998, 1999 y 2000. En esta figura pueden observarse

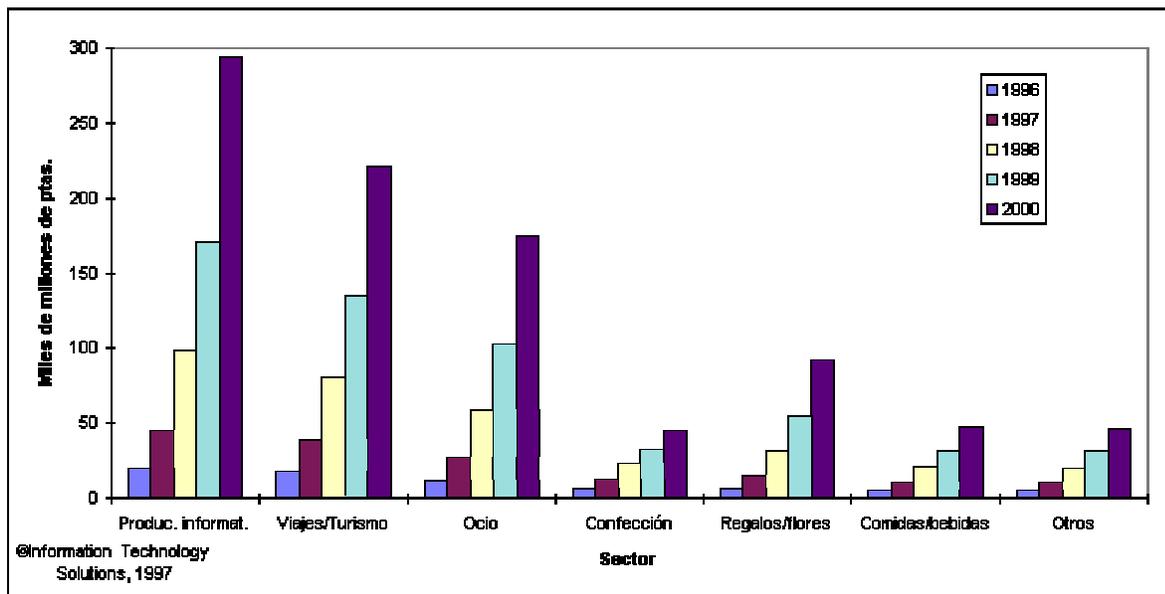
estos resultados en donde por razones obvias los productos más vendidos son los relacionados con la informática.

**Figura 2. Número de usuarios de Internet en el mundo**



Fuente: *Price Waterhouse*, 1997

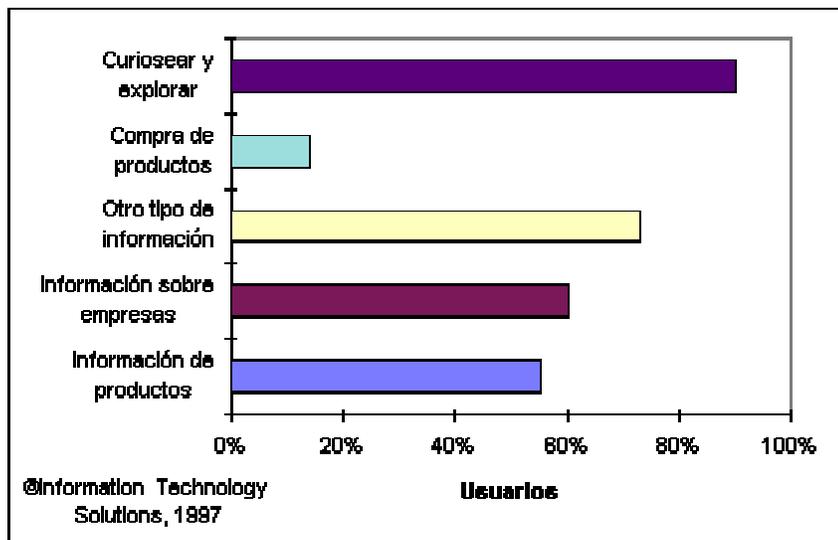
**Figura 3. Lo más vendido por Internet**



Fuente: *Forrester Research*, 1996

Una encuesta hecha por *Forrester Research* en 1996 indica que cuando una persona entra en Internet en un 90% de las veces entra a curiosear y explorar como se muestra en la figura 4.

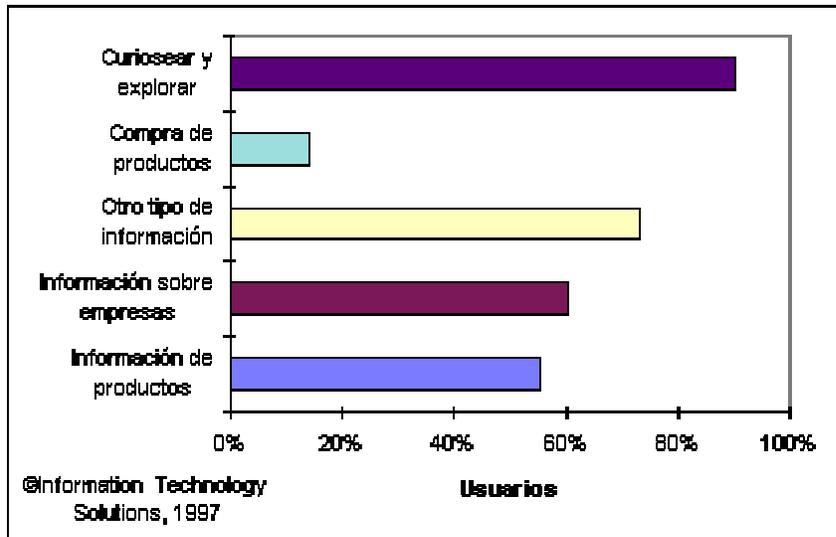
**Figura 4. ¿Qué busca el usuario en Internet?**



Fuente: *Price Waterhouse*, 1997

Según una encuesta hecha por la revista española “joven y brillante” en 1996 la mayoría de usuarios de Internet navegan sin rumbo, seguido por aquellos que ingresan a recursos (sitios) específicos y los usuarios de correo electrónico; como se observa en la figura 5.

**Figura 5. Prácticas más habituales en Internet**



Fuente: Joven y Brillante, 1996

## 1.2 Descripción de Aspectos Técnicos

### 1.2.1 Redes de comunicaciones

El objetivo de las redes de comunicaciones no es simplemente “comunicarse”; sino también deben tener la capacidad de compartir recursos, o sea hacer que todos los programas estén disponibles para cualquiera de la red que así lo solicite, sin importar la localización física del recurso y del usuario. En otras palabras, el hecho de que el usuario se encuentre a mil Kms. de distancia de los datos, no debe evitar que este los pueda utilizar como si fueran originados localmente. Otro aspecto de compartir recursos es el relacionado con la compartición de la carga. Un segundo objetivo consiste en proporcionar una alta fiabilidad, al contar con fuentes alternativas de suministro. Por ejemplo, todos los archivos podrían duplicarse en dos o tres computadoras, de tal manera que si una de ellas no se encuentra disponible (como consecuencia de un fallo de hardware), podría utilizarse alguna de las otras copias.

Además, la presencia de múltiples CPU significa que si una de ellas deja de funcionar, las otras pueden ser capaces de encargarse de su trabajo, aunque se tenga un rendimiento global menor. Para aplicaciones militares, bancarias, de control de tráfico aéreo y muchas más, es muy importante la capacidad de los sistemas para continuar funcionando a pesar de existir problemas de hardware. Otro objetivo es el ahorro económico.

Las computadoras pequeñas tienen una mejor relación costo/rendimiento, comparada con la ofrecida por las máquinas grandes. Estas son, a grandes rasgos, diez veces más rápidas que el más rápido de los microprocesadores, pero su costo es miles de veces mayor. Este desequilibrio ha ocasionado que muchos diseñadores de sistemas construyan sistemas constituidos por poderosas computadoras personales, uno por usuario, con los datos guardados en una o más máquinas que funcionan como “servidor de archivos compartido”.

Este último concepto corresponde a varias computadoras localizadas en el mismo edificio, es decir las redes LAN (red de área local), en contraste con una red WAN (red de área extendida), a la que también se conoce como red de gran alcance.

Una red de computadoras es un medio de comunicación entre personas que se encuentran muy alejadas entre sí. A continuación se muestra en la tabla I la clasificación de sistemas multiprocesadores distribuidos de acuerdo con su tamaño físico.

**Tabla I. Clasificación de sistemas multiprocesadores**

<b>Distancia entre procesadores</b>	<b>Procesadores ubicados en el mismo ambiente</b>	<b>ejemplo</b>
0.1 m	La tarjeta del circuito	Máquina de flujo de datos
1 m	El sistema	Multiprocesador
10 m	El cuarto	
100 m	El edificio	Red local
1 km.	Los terrenos de la universidad	
10 km.	La ciudad	
100 km.	El país	
1000 km.	El continente	Red de gran alcance
10,000 km.	El planeta	Interconexión de redes de gran alcance.

### 1.2.2 Protocolos de comunicación

Un protocolo es un lenguaje por medio del cual intercambian mensajes las diferentes capas de una red; una capa de una red cualquiera mantiene una comunicación virtual (a excepción de la capa física) con su correspondiente en otra red posiblemente diferente, la única forma de que esto pueda suceder es establecer previamente “lenguajes” estándar para todos los niveles de una red.

Las redes de computadoras pueden estar interconectadas de dos formas: (a) Conexiones Punto a Punto: en donde cada computadora esta físicamente conectada a todas a las que se puede comunicar y (b) Canales de difusión: es el uso de un medio común para recibir y enviar información, estos se subdividen en *canales de acceso múltiple* y *canales de acceso aleatorio*.

Los protocolos de detección de portadora son aquellos que escuchan una transmisión (o una portadora) y actúan en consecuencia. El protocolo CSMA 1-persistente (Acceso múltiple por detección de portadora) trabaja de esta manera:

cuando una estación desea enviar alguna información, primero escucha el canal para saber si alguien está transmitiendo; si el canal está ocupado, la estación espera hasta que este sea libre. Cuando la estación detecta un canal libre, empieza a transmitir la trama.

Si llega a ocurrir una colisión (con otra trama), la estación espera durante un intervalo de tiempo aleatorio para empezar todo de nuevo. El retardo de propagación tiene un efecto muy importante en el comportamiento del protocolo. Existe una pequeña posibilidad de que, justo después de que una estación empiece a transmitir otra estación llegue a estar lista para hacerlo y escuche el canal.

El protocolo CSMA p-persistente se aplica a canales ranurados y trabaja así: cuando una estación está lista para empezar a transmitir, escucha el canal; si este se encuentra desocupado, la estación transmite con una probabilidad  $p$ , y retarda esta transmisión, hasta la siguiente ranura, con una probabilidad de  $q=1-p$ . Si la siguiente ranura también está desocupada, el canal transmite o retarda de nuevo la transmisión con una probabilidad  $p$  y  $q$ , respectivamente. Este proceso se repite hasta que la trama se haya transmitido, o bien, que otra estación haya empezado a transmitir.

### **1.2.3 Protocolo TCP/IP**

TCP/IP o el conjunto de Protocolos de Internet, tiene una larga historia de desarrollo y evolución. Debido a la creciente popularidad del TCP/IP y a los servicios de comunicación que provee, Internet ahora se encuentra uniendo miles de redes de área local conectando millones de *hosts* o servidores.

TCP/IP es un conjunto de protocolos diseñado con una arquitectura en capas. Las capas permiten a los diseñadores del protocolo dividir en módulos las tareas y servicios que realizará el mismo. El diseño también especifica la manera en que un módulo

interactúa con otros. La arquitectura en capas de los protocolos está diseñada como una pila en la que los protocolos de más alto nivel interactúan con protocolos de niveles más bajos.

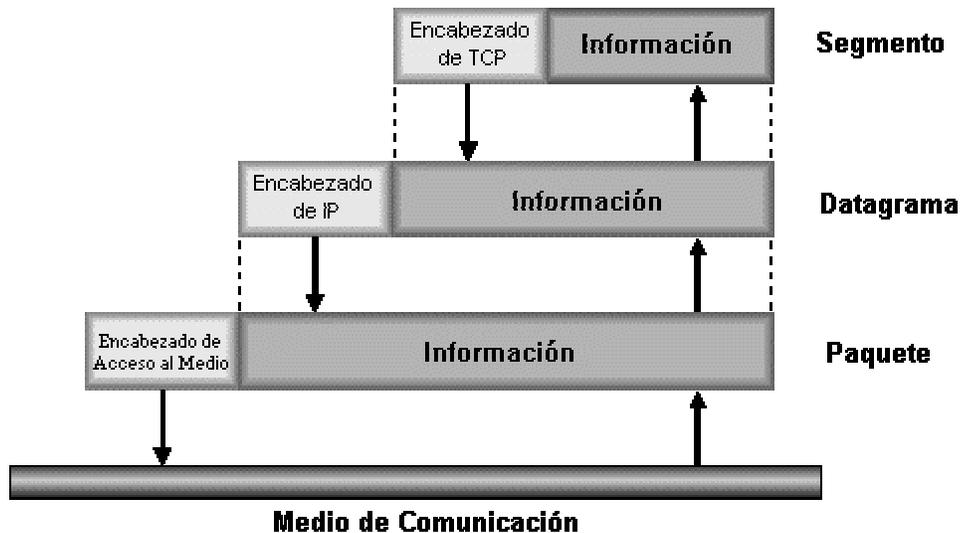
El modelo de TCP/IP está formado por cuatro capas :

1. La capa de aplicaciones es la capa más alta de la pila; ésta provee servicios de alto nivel a los usuarios como transferencia de archivos, entrega de correo electrónico, y acceso a terminales remotas. Los programas de aplicación escogen entre diferentes protocolos de transporte dependiendo del tipo de servicio de transporte que requieran.
2. La principal tarea de la capa de transporte es proveer comunicación punto a punto entre las aplicaciones. Los protocolos de transporte (TCP y UDP) usan el servicio de entrega de paquetes que provee la capa de Internet.
3. La capa de Internet provee el servicio de entrega de paquetes de una máquina a otra, por medio del Protocolo de Internet (IP). La integridad de los datos no se verifica en este nivel, por lo que el mecanismo de verificación es implementado en capas superiores (transporte o aplicación).
4. La capa de acceso al medio acepta datagramas de la capa de Internet y los envía físicamente. El "módulo" para el acceso al medio es con frecuencia un controlador de dispositivo (*device driver*) para una pieza particular de *hardware*, y la "capa" de acceso al medio puede consistir de múltiples módulos.

Para que la información fluya a través de las capas, ésta pasa por un proceso de encapsulamiento. Los mensajes o información recibida por la capa de TCP es

encapsulada con un encabezado de TCP en un paquete llamado "Segmento de TCP", este segmento de TCP es entregado a la capa de IP, en el que se le agrega un encabezado de IP y se crea el paquete llamado "Datagrama de IP". El paso final incluye el encapsulamiento del datagrama de IP en paquetes creados para la capa de acceso al medio como se muestra en la figura 6.

**Figura 6. Flujo de datos entre capas**



### 1.2.3.1 *Internet protocol (IP)*

El protocolo de Internet (IP) es llamado la base tecnológica de TCP/IP. Las funciones que realiza IP son las siguientes:

### **1.2.3.1.1 Servicios de entrega de paquetes IP**

IP provee un servicio de entrega de datagramas "Sin-Conexión"; llamado así porque no se lleva a cabo una coordinación entre el punto transmisor y el punto receptor. Cada paquete es tratado independientemente, los cuales pueden llegar en desorden y hasta podrían no llegar.

La entrega "Sin-Conexión" es similar a poner una carta en el buzón: se deposita (datagrama) y se olvida de ella. Se asume que el servicio postal (Red IP) entregará la carta (datagrama) a su destino.

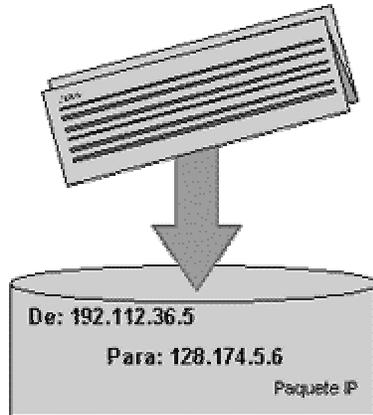
Este servicio "Sin-Conexión" es "No-Confiable" porque IP no puede garantizar la entrega, pero es llevado a cabo con el "Mejor-Esfuerzo", esto es, los datagramas no son descartados fácilmente (precisamente como el cartero no tira las cartas sin razón). Los datagramas pueden no ser entregados por la falta de recursos o por una falla en el *hardware* de la red.

### **1.2.3.1.2 Servicios de direccionamiento**

El servicio de direccionamiento de IP determina rápidamente si una dirección IP dada por la capa de transporte pertenece a la red local o a otra red. Las direcciones IP son números de 32 bits divididos en 4 octetos. Cada dirección es la combinación del identificador único de la red y el identificador único de la máquina.

El problema inmediato con las direcciones IP es que son difíciles de memorizar (ver figura 7). Por esta razón, las computadoras también pueden ser identificadas con nombres particulares. El DNS fue implementado para facilitar el uso de las direcciones IP a los seres humanos.

**Figura 7. Conversión de direcciones IP**



### **1.2.3.1.3 Responsabilidades del IP**

Una función de la capa de Internet es definir la "Unidad Básica de Transferencia de Datos" usada en las redes TCP/IP: el Datagrama IP. IP también es responsable de la selección del camino por el que viajan los datos, esto es llamado "Enrutamiento". El protocolo Internet también incluye un conjunto de reglas que define cómo se procesarán los paquetes, incluyendo cuándo generar mensajes de error y cuándo se descartan datagramas. Parte de este proceso incluye la Fragmentación de Datos" y el "Reensamblado", aunque IP realiza esta función solo cuando el *hardware* lo requiere.

El siguiente modelo ejemplifica perfectamente qué es Internet y cómo opera, aunque las tecnologías sean completamente diferentes:

- Los medios de transmisión (Fibra óptica, Comunicaciones Satelitales, etc.) son equivalentes a los camiones y aeroplanos del servicio postal. Son medios por los cuales el correo es llevado de un lugar a otro.

- Los enrutadores son subestaciones postales, donde se toman decisiones de cómo enrutar los datos (paquetes), precisamente como una subestación postal decide cómo "enrutar" los sobres del correo.
- Cada subestación o enrutador no tiene una conexión directa a todas las demás estaciones o enrutadores existentes.
- Cada subestación postal solamente necesita saber qué conexiones están disponibles y cuál es el "mejor siguiente brinco" para llevar un paquete lo más cerca posible de su destino. Similarmente, en Internet: un enrutador verifica hacia dónde van los datos y decide hacia dónde enviarlos, escogiendo el mejor conducto de salida.
- Así como la oficina postal tiene reglas de cómo usar sus redes, con el uso del código postal, timbres postales, dirección, etc., Internet también tiene reglas, las cuales son llamadas protocolos.
- El protocolo Internet (IP) se encarga del direccionamiento, precisamente como un sobre postal.

### **1.2.3.2 Protocolos TCP y UDP**

Los dos protocolos de la capa de transporte del conjunto TCP/IP (TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL / INTERNET PROTOCOL) son TCP y UDP (*USER DATAGRAM PROTOCOL*). Ambos utilizan el servicio de entrega de paquetes de IP, y pueden distinguir entre múltiples procesos en la misma máquina usando un número de puerto. Las funciones que realiza TCP son las siguientes:

#### **1.2.3.2.1 Servicios de entrega de paquetes TCP**

TCP provee un servicio confiable de entrega de paquetes orientado-a-conexión, es decir, TCP se encarga de dar la ilusión de que la comunicación entre dos computadoras es de punto-a-punto con un flujo continuo de información, a diferencia de IP, donde se sabe que la información fluye en paquetes y que puede ser retransmitida varias veces antes de alcanzar su destino.

El concepto de conexión es muy importante porque le permite a un puerto local dar servicio a muchos puertos remotos concurrentemente. Esta es la base del modelo de aplicación cliente-servidor que se usa en redes computacionales.

#### **1.2.3.2.2 Responsabilidades TCP**

La comunicación punto-a-punto confiable indica que TCP acepta la responsabilidad de la secuenciación de datos, validación y, si es necesario, retransmisión; la aplicación o proceso que use los servicios de TCP no necesita preocuparse de todo lo anterior, puede asumir que los datos que envía serán recibidos íntegros, en el orden exacto en el que fueron enviados. Otra de las responsabilidades de TCP es el control del flujo, el cual es un mecanismo que impide al transmisor enviar datos más rápido de lo que el receptor puede manejar. UDP provee la capacidad de acceder a los puertos, a diferencia de TCP, con servicios Sin-Conexión y No-Confiables. Muchas aplicaciones necesitan direccionar al IP y al acceso a puertos de TCP, pero manejando ellas mismas la verificación de los datos, por lo que UDP es la solución ideal. También es usado por aplicaciones que solamente envían mensajes cortos y pueden enviar de nuevo los mensajes si la respuesta no llega en poco tiempo.

Usando de nuevo la analogía del servicio postal, ¿qué sucedería si se quiere enviar un libro a otra persona, pero la oficina postal solamente envía cartas?. Una

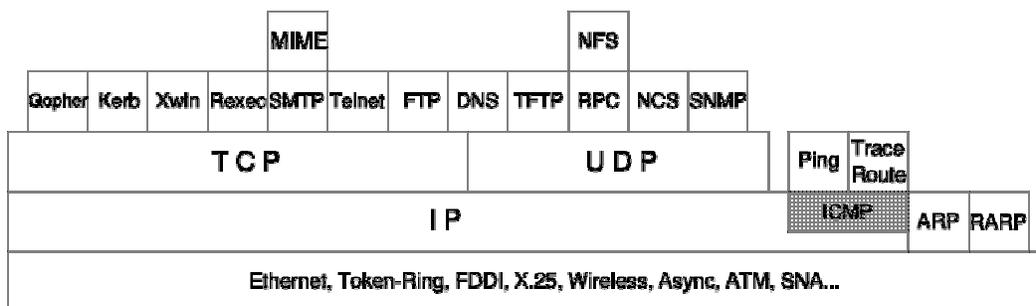
solución sería desprender cada página del libro, poner cada una de ellas en un sobre separado y depositarlos en el buzón. El destinatario tendría que asegurarse que todas páginas lleguen y pegarlas en el orden correcto. Lo mismo hace TCP.

TCP toma la información que se quiere transmitir, la divide en pedazos y numera cada uno de estos, de tal manera que el receptor pueda verificar la llegada de los mismos y colocarlos en orden. [3]

### 1.2.4 Protocolos de control en Internet (ICMP)

El envío de mensajes en la red Internet no se limita a los transmitidos por los usuarios: correo electrónico, *chat*, hipertexto, FTP, etc. Internamente existen mensajes de control para saber que la red esta operando correctamente. Estos se utilizan para conocer si un *host* esta activo, si un *router* esta al limite de su almacenamiento temporal (buffer) entre otros parámetros. A continuación se describe el “Protocolo de control de mensajes de Internet”.

Figura 8. ICMP ("Internet Control Message Protocol")



ICMP ("Internet Control Message Protocol"), como se muestra en la figura 8, es un protocolo estándar con número STD 5, que además incluye IP e IGMP. Su *estatus* es *requerido*. Se describe en el RFC 792, actualizado en el RFC 950. "*Path MTU*

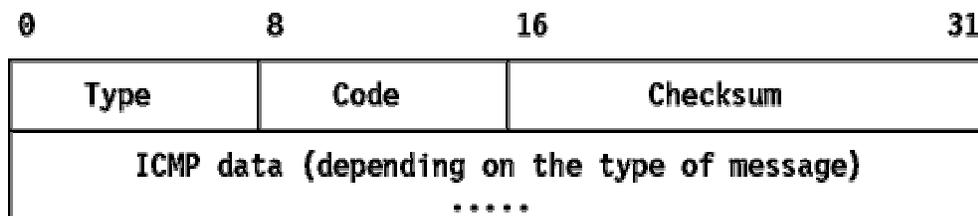
*Discovery*" es un protocolo estándar provisional con estatus electivo. Se describe en el RFC 1191. ICMP "*Router Discovery*" es un protocolo propuesto como estándar con estatus electivo. Es descrito en el RFC 1256. Cuando un "*router*" o un *host* de destino debe informar al *host* fuente acerca del procesamiento de datagramas, utiliza el ICMP ("*Internet Control Message Protocol*"). ICMP puede caracterizarse del modo siguiente:

- ICMP usa IP como si ICMP fuera un protocolo del nivel superior (es decir, los mensajes ICMP se encapsulan en datagramas IP). Sin embargo, ICMP es parte integral de IP y debe ser implementado por todo módulo IP.
- ICMP se usa para informar de algunos errores, *no* para hacer IP fiable. Aún puede ocurrir que los datagramas no se entreguen y que no se informe de su pérdida. La fiabilidad debe ser implementada por los protocolos de nivel superior que usan IP.
- ICMP puede informar de errores en cualquier datagrama IP con la excepción de mensajes IP, para evitar repeticiones infinitas.
- Para datagramas IP fragmentados, los mensajes ICMP sólo se envían para errores ocurridos en el fragmento cero. Es decir, los mensajes ICMP nunca se refieren a un datagrama IP con un campo de desplazamiento de fragmento.
- Los mensajes ICMP nunca se envían en respuesta a datagramas con una dirección IP de destino que sea de *broadcast* o de *multicast*.
- Los mensajes ICMP nunca se envían en respuesta a un datagrama que no tenga una dirección IP de origen que represente a un único *host*. Es decir, la dirección de origen no puede ser cero, una dirección de *loopback*, de *broadcast* o de *multicast*.
- Los mensajes ICMP nunca se envían en respuesta a mensajes ICMP de error. Pueden enviarse en respuesta a mensajes ICMP de consulta (los tipos de mensaje ICMP 0, 8, 9, 10 y 13 al 18).

- El RFC 792 establece que los mensajes ICMP "pueden" ser generados para informar de errores producidos en el procesamiento de datagramas IP, *no* que "deban". En la práctica, los "routers" generarán casi siempre mensajes ICMP para los errores, pero en el caso de los *host* de destino, el número de mensajes ICMP generados es una cuestión de implementación.

Los mensajes ICMP se envían en datagramas IP. La cabecera IP siempre tendrá un número de protocolo de 1, indicando que se trata de ICMP y un servicio de tipo 0 (rutina). El campo de datos de IP contendrá el auténtico mensaje ICMP en el formato mostrado en Figura 9.

**Figura 9. Formato de mensajes ICMP**



Donde:

*Type* Especifica el tipo del mensaje

0 *Echo reply*

3 *Destination unreachable*

4 *Source quench*

5 *Redirect*

8 *Echo*

9 *Router advertisement*

10 *Router solicitation*

11 *Time exceeded*

12 *Parameter problem*

13 *Timestamp request*

- 14 *Timestamp reply*
- 15 *Information request (obsolete)*
- 16 *Information reply (obsolete)*
- 17 *Address mask request*
- 18 *Address mask reply*

*Code*. Contiene el código de error para el datagrama del que da parte el mensaje ICMP. La interpretación depende del tipo de mensaje.

*Checksum*. Contiene el complemento a 1 de 16 bits de la suma del "ICMP message starting with the ICMP Type field". Para computar este *checksum* se asume en principio que su valor es cero. Este algoritmo es el mismo que el usado por IP para el cálculo de la cabecera IP. Compárese con el algoritmo de UDP y TCP que incluyen además una *pseudocabecera-IP* en el *checksum*.

*Data*. Contiene información para el mensaje ICMP. Típicamente se tratará de parte del mensaje IP original para el que se generó el mensaje ICMP. La longitud de los datos puede calcularse como la diferencia entre la longitud del datagrama IP que contiene el

#### **1.2.4.1 Aplicaciones de ICMP**

Hay dos aplicaciones simples y muy extendidas basadas en ICMP: el *Ping* y el *Traceroute*. El *Ping* usa los mensajes ICMP *Echo* y *Echo Reply* para determinar si un *host* es alcanzable. El *Traceroute* envía datagramas IP con bajos TTLs para que expiren durante la ruta que les dirige al destino. Utiliza los valores de los mensajes ICMP *Time Exceeded* para determinar en que parte de la red expiraron los datagramas y reconstruye así un esquema de la ruta hasta el *host* de destino. [4]

## **1.3 Principales aplicaciones**

Internet es un servicio, como lo es también el servicio telefónico, que ofrece aplicaciones como el correo electrónico, transferencia de archivos (FTP), www y otros. A continuación se describen estas aplicaciones.

### **1.3.1 Correo electrónico**

El correo electrónico, o *email*, como se traduce en inglés, ha existido por más de dos décadas por extraño que parezca. Los primeros sistemas capaces de manejar el correo electrónico simplemente consistían en protocolos de transferencia de archivos, con la convención de que la primera línea de cada mensaje (es decir, del archivo) contenía la dirección electrónica del destinatario. Transcurrido un tiempo las limitaciones de esta forma de enviar mensajes se hicieron obvias. Las principales quejas de este servicio eran:

1. El envío de un mensaje a un grupo de gente era laborioso. Los administradores con frecuencia necesitaban esta facilidad para enviar memorandos a todos sus subordinados dentro de una organización.
2. Los mensajes no tenían estructura interna, dificultando el proceso por computadora; por ejemplo, si en un mensaje reenviado se incluía en el cuerpo de otro mensaje, la extracción de la parte reenviada del mensaje recibido era difícil.
3. El remitente nunca sabía si el mensaje en realidad llegó o no.
4. Si alguien planeaba ausentarse por un viaje de negocios durante varias semanas y quería que todo el correo entrante fuese manejado por su secretaria, esto no era fácil de componer.

5. La interfaz de usuario estaba mal integrada al sistema de transmisión, requiriendo que el usuario primero editara un archivo, luego saliera del editor e invocara el programa de transferencia.
6. No era posible crear y enviar mensajes que contuvieran una mezcla de texto, dibujos, faxes y voz.

A medida que se acumuló experiencia, se propusieron sistemas de correo electrónico más elaborados. En 1982, se publicaron las propuestas de correo electrónico del ARPANET como RFC 821 (protocolo de transmisión) y RFC 822 (formato de mensaje). Desde entonces se han convertido en los estándares de facto de Internet. Dos años después, el CCITT bosquejó su recomendación X.400 para alinearla con MOTIS. MOTIS debía ser la aplicación insignia del OSI, un sistema que era todo para todos.

Tras una década de competencia, los sistemas de correo electrónico basados en el RFC 822 se usan ampliamente, y los basados en el X.400 han desaparecido bajo el horizonte. La manera en que un sistema armado por un puñado de graduados en informática venció a un estándar internacional oficial con fuerte respaldo de todos los PTT del mundo, muchos gobiernos y una parte importante de la industria de la computación trae a la mente la historia bíblica de David y Goliat. La razón del éxito del RFC 822 no es que sea tan bueno, sino que el X.400 está tan mal diseñado y es tan complejo que nadie pudo implementarlo bien. Dada la opción entre un sistema de correo electrónico X.400 supuestamente maravilloso pero disfuncional, muchas organizaciones escogieron lo primero. La arquitectura de los sistemas de correo electrónico está compuesta por dos subsistemas: los agentes de usuario, que permiten a la gente leer y enviar correo electrónico, y los agentes de transferencia de mensajes, que mueven los mensajes del origen al destino. Los agentes de usuario son programas locales que proporcionan un método basado en comandos, basado en menús o de interacción gráfica con el sistema de correo electrónico. Los agentes de transferencia de

mensajes son por lo común *daemons* del sistema que operan en segundo plano y mueven correo electrónico a través del sistema.

Regularmente los sistemas de correo electrónico desempeñan cinco funciones básicas, como se describe a continuación. La composición se refiere al proceso de crear mensajes y respuestas. Aunque puede usarse cualquier editor de texto para el cuerpo del mensaje, el sistema mismo puede proporcionar asistencia con el direccionamiento y los numerosos campos de cabecera que forman parte de cada mensaje. Por ejemplo, al contestar un mensaje, el sistema de correo electrónico puede extraer la dirección del originador e insertarla automáticamente en el lugar adecuado de la respuesta.

La transferencia se refiere a mover mensajes del originador al destinatario. En gran medida, esto requiere establecer una conexión con el destino o alguna máquina intermedia, enviar el mensaje y liberar la conexión. El sistema de correo electrónico debe hacer esto automáticamente, sin molestar al usuario.

La generación del informe tiene que ver con indicar al remitente lo que ocurrió con el mensaje: ¿se entregó, se rechazó o se perdió? Existen muchas aplicaciones en las que la confirmación de la entrega es importante y puede incluso tener una implicación legal (“Bien, su señoría, mi sistema de correo electrónico no es muy confiable, por lo que creo que la citación electrónica se perdió en algún lado”).

La visualización de los mensajes de entrada es necesaria para que la gente pueda leer su correo electrónico. A veces se requiere cierta conversión o debe invocarse un visor especial, por ejemplo si el mensaje es un archivo *PostScript* o voz digitalizada. También se intentan a veces conversiones y formateo sencillos.

La disposición es el paso final y se refiere a lo que el destinatario hace con el mensaje recibirlo. Las posibilidades incluyen tirarlo antes de leerlo, desecharlo tras

leerlo, guardarlo, etc. También debe ser posible recuperar y releer mensajes guardados, reenviarlos o procesarlos de otras maneras.

Además de estos servicios básicos, la mayoría de los sistemas de correo electrónico proporcionan una gran variedad de características avanzadas. Brevemente mencionaremos algunas de éstas. Cuando la gente se muda, o cuando está lejos durante cierto tiempo, podría querer el reenvío de su correo electrónico, por lo que el sistema debe ser capaz de hacer esto de manera automática.

La mayoría de los sistemas permite a los usuarios crear buzones de correo (*mailboxes*) para almacenar el correo entrante. Se requieren comandos para crear y destruir buzones de correo, inspeccionar el contenido de los buzones, insertar y borrar mensajes de los buzones, etc. Los gerentes corporativos con frecuencia necesitan enviar un mensaje a cada uno de sus subordinados, clientes o proveedores. Esto nos lleva al concepto de lista de correo (*mailing list*), que es una lista de direcciones de correo electrónico. Al enviarse un mensaje a la lista de correo, se entregan copias idénticas a todos los de la lista.

El correo registrado es otra idea importante, para permitir al originador saber que su mensaje ha llegado. Como alternativa, podría desearse la notificación automática de correo que no se puede entregar. De cualquier modo, el originador debe tener algún control el informe de lo ocurrido. Otras características avanzadas son copias al carbón, correo electrónico de alta prioridad, correo electrónico secreto (cifrado), destinatarios alternos si el primario no está disponible y la capacidad de que las secretarías manejen el correo de su jefe. El correo electrónico se usa ampliamente hoy día en la industria para la comunicación intracompañía. Permite que los empleados remotos cooperen en proyectos complejos, incluso estando en otros horarios. Al eliminar la mayoría de las señales asociadas al rango, edad y género, los debates realizados por correo electrónico tienden a enfocarse principalmente en las ideas, no en el *estatus* corporativo. Con el

correo electrónico, una idea brillante de un estudiante becario puede tener más impacto que una idea tonta de un vicepresidente ejecutivo. Algunas compañías han estimado que el correo electrónico ha mejorado su productividad hasta en 30%. [5]

El correo electrónico (*E-mail*) es una de las aplicaciones más usadas en Internet y es la transmisión de correspondencia tal como cartas o memos de computadora a computadora en algún tipo de red. La correspondencia puede incluir gráficos y otro tipo de información que no sea texto, hasta archivos de programas ejecutables. El correo electrónico también incluye funciones de transferencia de archivos para cualquier propósito.

Una dirección de *E-mail* en Internet consta de dos partes, ejemplo: `adan@guate.net.gt`, la primera parte es el nombre de usuario, que generalmente consta de 3 a 27 caracteres y puede estar separado por puntos. La segunda parte, es el nombre de un dominio o de una computadora en Internet, en el caso de: `guate.net.gt`, “guate” es el nombre de la computadora que se encuentra en el dominio “net”, (el sistema de nombres de dominio original, incluía las terminaciones o dominios principales .com, para empresas comerciales; .edu, para universidades y centros educativos; .gov, para instituciones de gobierno; .mil, para instituciones militares; .org, para otro tipo de organizaciones y .net para proveedores e instituciones de soporte para la Red.) y “gt” es un dominio regional que en este caso se refiere a Guatemala.

El correo electrónico ha sustituido, en gran parte, al teléfono en comunicaciones empresariales y en el mundo académico y científico. Sus características principales son: su bajo costo (mas barato que el fax), el que no es necesario que el emisor y el receptor coincidan en el tiempo (¡cuánto tiempo se pierde llamando a personas que no están!) y su velocidad (el correo electrónico llega en cuestión de minutos). Su gran problema en este momento es la falta de seguridad: el correo debe pasar por computadoras intermedias que no están controlados por el emisor del mensaje ni por el receptor.

Los proveedores de servicios de correo electrónico son competidores; cuando comenzó la industria cada servicio entregaba correo solo entre sus suscriptores. Pero las necesidades de los clientes por un servicio de entrega universal sobrepasaron las ventajas de este punto de vista del público cautivo. Hoy, puede enviarse información de un servicio de correo a cualquier otro.

Actualmente existen *plugs-ins* o sea componentes de software que se incorporan a los programas de correo electrónico para encriptar los mensajes enviados. La encriptación es un método para garantizar que un mensaje, de cualquier tipo, sea leído solo por la persona o personas a quienes está dirigido. Cuando se envía un mensaje, se encripta utilizando una clave, que podría ser un libro código, un anillo decodificador secreto, o bien una fórmula matemática. Cuando el destinatario lo recibe, la clave se descifra utilizando otra clave. Algunos *plugs-ins* utilizan el método llamado encriptación de clave pública o asimétrica; con esto cada usuario tiene dos claves distintas pero que se relacionan matemáticamente: una clave secreta y una pública. La clave secreta es precisamente eso: secreta; pero la clave pública se distribuye por todas partes vía correo electrónico, en las páginas *Web* o en cualquier otro lado.

La belleza de este sistema consiste en la facilidad con que puede difundirse; las claves públicas están publicadas por doquier, pero la clave secreta de cada usuario permanece oculta, así el sistema está seguro. Las claves públicas también hacen posible la existencia de las firmas digitales; si yo envío un mensaje y lo firmo utilizando mi clave secreta, el receptor puede verificar la autenticidad examinando la firma por medio del uso de mi clave pública. Esa clave pública verificará solo la firma creada por mí y mi clave secreta; así que combinando la encriptación y las firmas digitales, puede enviar de modo seguro un mensaje, y el destinatario puede estar seguro de que ese mensaje en realidad proviene de usted.

La utilización del correo electrónico en Internet también requiere de cultura por parte del usuario; un columnista de una de las más prestigiosas revistas de computación indicaba en uno de sus artículos que recibió un correo electrónico de nada menos que 4.6MB (el contenido de tres disquetes de 1.44Mb aproximadamente). Para muchos el correo electrónico y sus ramificaciones han suplantado al procesamiento de palabras como el uso más común de nuestras PC. Dada esta situación, es hora de revisar la cuestión de la etiqueta del correo electrónico, después de todo si usa el correo electrónico indiferentemente su carrera podría tener dificultades. A continuación se detallan once reglas para obtener el máximo provecho del correo electrónico:

1. Manténgalo corto: si es importante o si esta subiendo hacia alguien que recibe mucho correo electrónico, definitivamente manténgalo corto. El encabezado más el mensaje deben ser visibles.
2. Realice múltiples versiones: incluya una versión larga para la gente que requiere toda la información y otra para la mayoría, que solo necesita los encabezados. Ofrezca enviar por correo electrónico la versión más larga bajo petición.
3. Deje a un lado las fuentes de colores y las imágenes *clip-art*: en muchas compañías, los departamentos de sistemas son los mayores transgresores, y eso le hace pensar que posiblemente tienen demasiado tiempo libre entre las manos. O que en realidad creen que un aburrido memo de la actualización de las retenciones a su salario, es más memorable con tipos rojos en negritas de 14 puntos y un *clip-art* de un caballero transpirante con un traje de los cuarenta, que ve un reloj al aproximarse la media noche.
4. No se apresure en responder: si el problema es sensible o si esta aburrido, escriba el mensaje de inmediato, pero guárdelo como borrador por uno hora o toda la noche. Cuando regrese, quizás encontrará (a) que fue exageradamente emotivo, (b) que no

tiene sentido, (c) que escribió en forma incorrecta algunas palabras, (d) que escribió demasiado y (e) que se le olvidaron dos de sus puntos clave.

5. Es necesaria una respuesta? Deje a la otra persona decir la última palabra. Si el jefe le envía un memo en el que dice a un miembro del equipo, “Buen Trabajo”, todos tienen que responder y decir, “estoy de acuerdo?”. Si debe ser así, envíe la respuesta en privado.
6. Haga su tarea, luego responda: si le llega un memo preguntándole si esta libre para una reunión el martes 26 a las 11 horas, en lugar de enviar por correo electrónico una nota que diga “permítame pensarlo y le vuelvo a escribir”, verifique primero, y luego envíe el mensaje para su confirmación.
7. Diga el asunto en la línea del tema (*subject*): el correo electrónico en el que la línea de tema dice “comunicado de prensa”, “reunión”, “seguimiento”, “verificando”, o esta en blanco deja al usuario sin pistas. También asegúrese de que la línea del tema funciona tanto para el receptor como para el remitente. Si su negocio esta fabricando tornillos para armar motores, enviar una nota que diga por ejemplo “actualización de las especificaciones” puede ser clara para usted, pero no significara nada para el remitente que adquiere varios tipos de tornillos (o de partes).
8. También obtenga una cuenta de correo electrónico personal: no usar solamente el correo electrónico de la compañía porque corre el riesgo que sea leído.
9. De por hecho que terminara en la corte: la mayoría de los sistemas de correo electrónico guardan incluso los mensajes borrados por usted. Cuidado con lo que dice o promete.

10. Luche contra lo bueno, luche con el departamento de sistemas: nunca queda claro si la gente del departamento de sistemas quiere hacer las cosas mejores para usted o más fáciles para ellos. Por ejemplo, gran parte de los buenos sistemas de correo pueden ser personalizados, y no hay razón para que su compañía no los tenga como componentes frontales para usuarios tanto de poder como casuales.
11. Escriba en forma manual las notas personales importantes: puesto que utilizamos mucho correo electrónico, aumenta el impacto de la nota personal y ocasional escrita a mano. Consiga una buena provisión de tarjetas para notas.

### **1.3.2 Transferencia de archivos**

El método más utilizado para enviar y recibir archivos a través de Internet es utilizando el protocolo de control de transmisión FTP (*File Transfer Protocol*).

Para conectarse a un servidor FTP es necesario un programa cliente. Los navegadores, como *Netscape Navigator* o *Microsoft Explorer*, suelen tener incorporados programas que actúan como clientes y que permiten extraer archivos de un servidor. Para poder dejar archivos en un servidor es necesario un programa de transferencia de FTP (además, el servidor ha de permitir que ese usuario tenga derecho a dejar archivos). Windows 95 tiene la orden FTP, que puede ejecutar desde la línea de comandos.

Los servidores FTP se organizan de manera similar a como lo hace el Administrador de Archivos del *Win 3.1* o el Explorador de *Win 95*: como una estructura de directorios en forma de árbol. Esto significa que cada carpeta que seleccionamos está compuesta a su vez de carpetas y archivos, hasta que una carpeta está compuesta únicamente por archivos.

Para extraer un archivo basta con hacer “*click*” sobre él (si se trata de un navegador) o utilizar la orden *get* del FTP en la línea de comandos. Se pueden enviar o recibir toda clase de archivos, ya sean de texto, gráficos, sonido, etc. Normalmente los archivos de los servidores se encuentran comprimidos (formatos .zip o .arj para PC, .hqx o .sit para *Macintosh*, .tar o .gz para *Unix*, etc.) con el objeto de ocupar el menor espacio posible tanto en el disco como en la transferencia. Para poder descomprimirlos es necesario un programa descompresor.

El protocolo de transferencia de archivos es uno de los servicios más importantes en la red Internet dada la actividad tan grande que ocurre con la transferencia de información entre más de dos *host*. En cada una de las redes que forman parte de Internet es casi imprescindible contar un servidor FTP que permita a los usuarios depositar y/o obtener información importante para ellos. Un servidor FTP es aquél que permite intercambiar información entre dos o más equipos conectados a la red. Mediante este servicio los usuarios pueden conectarse al servidor FTP y obtener una copia de la información que existe en dicho servidor en su propia computadora local; o bien, el usuario puede depositar uno o más archivos de su computadora local en el servidor FTP. Ha esto se le conoce como "Transferencia de archivos" .

FTP ha evolucionado mucho en los últimos años desde la primera propuesta de mecanismo de transferencia de archivos en 1971 (RFC 114). La transición del protocolo inicial NCP a TCP se produjo en la RFC 765, que ha quedado obsoleta por la actual especificación de FTP en la RFC 959 (octubre 1985). Como la mayoría de los servicios de Internet, FTP usa la estructura Cliente/Servidor utilizando un programa cliente, *ftp*, que posibilita la conexión con un programa servidor que se encuentra en la computadora remota.

Su funcionamiento es muy simple, el *User-PI (User-Protocol Interpreter)* inicia el control de la conexión, que sigue el protocolo *Telnet*. *TelNet* es una de las grandes

aplicaciones que nos permite entrar en el mundo de Internet. Mientras que el correo electrónico sirve para enviar y recibir mensajes y el FTP se usa para transferir archivos entre computadoras, *TelNet* hace posible la utilización de los recursos de una computadora remota a través de una conexión interactiva. El usuario a través de una interfaz transmitirá sus peticiones al *User-PI* que las convertirá en comandos FTP estándar y se los enviará al proceso servidor (*Server-PI*). Asimismo, las respuestas serán enviadas por el *Server-PI* al *User-PI* que se las mostrará finalmente al usuario.

Los comandos FTP especifican los parámetros para la Conexión de Datos como: puerto de datos, modo de transferencia, tipo de representación y la naturaleza de las operaciones sobre el sistema de archivos (almacenar, borrar, ...). El FTP usa el protocolo *Telnet* para el control de la conexión, es decir, que tanto el "*Server-PI*" como el "*User-PI*" estarán implementados siguiendo las reglas de dicho protocolo.

Lo primero que debe saber sobre el servidor FTP es su dirección en Internet; por ejemplo la dirección: ftp.cdrom.com. Las direcciones no siempre comienzan con "ftp", la anterior pudo haber sido files.cdrom.com, server.cdrom.com o algo más significativo. Toda computadora anfitrión de Internet pide un nombre de usuario cuando alguien la accede; el usuario más común es el anónimo (o *anonymous*) que utiliza como *password* su correo electrónico.

### **Ejemplo de una sesión con FTP**

En este punto se mostrará un ejemplo de una sesión en el servidor FTP de la Universidad de Vigo (ftp.uvigo.es ).

Para poder comenzar la sesión, hay que indicar la dirección del servidor y seguidamente se pide que nos identifiquemos, por lo que se tendremos que proporcionar el *login* y el *password* (o contraseña).

Si la sesión FTP fuera anónima, habría que indicar *anonymous* como *login* y nuestro *email* como *password*, aunque algunas veces también se permite un *password* vacío.

Abrimos una sesión como usuario anónimo:

```
> ftp ftp.uvigo.es
login: anonymous
password: *****
ftp>
```

En estos momentos ya podemos movernos por la estructura de archivos del sistema y copiar archivos. Si se desconocen los comandos para trabajar con FTP, se pueden solicitar un listado de éstos ejecutando `ftp> help` , y en caso de que se desee conocer más a fondo el funcionamiento de los comandos se puede solicitar ayuda sobre ese comando específico.

( `ftp> help "comando"` ).

Por ejemplo vamos a solicitar un listado y copiamos alguno de los archivos que nos interese en:

```
ftp> dir
ftp> cd pub
ftp> get leame.txt
[6]
```

### 1.3.3 Videoconferencias

La revolución del video nos ha alcanzado; hace algunos años eran pocas las compañías que comenzaban a integrar las videoconferencias principalmente para efectos de negocios. Para muchos pensar en videoconferencias significa: personas hablando

con otras a través de su monitor; equipos muy sofisticados y aparatosos que solo expertos en el tema los pueden manejar, grandes inversiones... y la lista puede continuar.

Los productos para videoconferencias que se encuentran en el mercado están enfocados a diferentes usos. *Intel Business Videoconferencing* es un sistema de escritorio creado principalmente para tenerlo en su oficina; con tecnología *ProShare*, la versión 4.0 de *Intel Business Videoconferencing* le permite realizar conexiones de sonido, video y datos vía RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) o LAN (Red de Area Local) desde una PC de escritorio. *Business Videoconferencing* es una solución basada en procesadores con tecnología MMX. El resultado es un buen nivel de calidad de sonido, claras imágenes de video y movimientos continuos; además, el sistema amplía la funcionalidad de las aplicaciones de datos de *Microsoft NetMeeting* y le permite compartir documentos, gráficos, hojas de calculo o cualquier otro tipo de archivo, hacer notaciones en colaboración con otros usuarios e incluso compartir aplicaciones (lo cual solo se puede hacer si se encuentra en una videoconferencia).

La instalación de la tarjeta y la cámara incluidas en el kit resulta muy sencilla; además, al ejecutar el programa usted encontrará el Administrador de conferencias, el cual se utiliza principalmente para hacer llamadas a otros usuarios, y permite otras aplicaciones de conferencia como *NetMeeting*, Conversación, Pizarra y Transferencia de Archivos.

Durante la ejecución de llamadas con *Business Conferencing*, usted podrá recopilar los números y las direcciones de las personas con las que establezca las conferencias. *Business Conferencing* ofrece algunas funciones sencillas que le ayudarán a organizar la forma en que se compila esta información para aprovecharla en llamadas posteriores; la lista se puede personalizar ya sea por nombre, apellidos, dirección en LAN y números marcados recientemente, mismos que podrá modificar sin afectar la

lista. Existen diferentes formas de realizar una llamada: al usar el botón de la lista de marcación del menú en el Administrador de conferencias; con el botón Examinar del teléfono; directamente desde una tarjeta de presentación del escritorio; o bien, desde un archivo de la tarjeta de presentación guardada previamente, ya sea en un disco duro o desde otra aplicación que este abierta mientras se esta ejecutando *Business Conferencing*. Cabe mencionar que para realizar una llamada es necesario que la persona a la que llame tenga un sistema compatible. Cuando se hacen conexiones LAN entre dos sitios (punto a punto) es posible realizar conferencias de audio, video y datos con todas sus funciones; sin embargo cuando se realizan a través de un servidor de pasarela o *proxy*, se pueden hacer conferencias de audio y video, y en ocasiones también permiten conferencias de datos, dependiendo de la capacidad de los servidores. Durante una llamada se puede ajustar el volumen o desactivarlo, así como establecer distintos altavoces.

La función de Transferencia de Archivos de *NetMeeting* es útil para enviar cualquier tipo de archivo a la(s) persona(s) con la(s) que se esta sosteniendo la videoconferencia. Los requerimientos de sistema para *Business Conferencing* son: Procesador *Pentium* a 166Mhz o superior (se recomienda un procesador *Pentium* con tecnología MMX), 2 Mb en memoria (RAM), 70Mb de espacio libre en disco duro, una ranura PCI o ISA (depende del modelo de la tarjeta) y un IRQ libre, un monitor SVGA o VGA con 256K colores como mínimo, unidad de CD-ROM, Microsoft Windows 95 o *Windows NT Workstation 4.0*, Adaptador gráfico *Microsoft DirectDraw* (recomendado para mejorar las presentaciones de pantalla completa), TCP/IP de *Microsoft Windows 95* o *Windows NT* Nativo (para realizar llamadas LAN o para acceder a Internet), tarjeta interfaz de red para funcionamiento con una LAN utilizando TCP/IP (para realizar llamadas RDSI). [7]

### 1.3.4 Chat

Un IRC (*Internet Relay Chat*) es un sistema de conversación en tiempo real de dimensiones globales que se ha hecho posible a través de Internet. Con IRC se podrán entablar conversaciones con personas de todo el mundo. En un servidor IRC determinado, y en cualquier momento porque hay cientos de docenas que funcionan por todo el mundo, se podrá unir a un canal de conversación e implicarse en una sesión de tipo texto con una docena o dos personas. IRC puede ser realmente divertido pero su reputación es merecidamente pobre. Es la guardia de algunos piratas informáticos más maliciosos y antisociales con los que nos hemos topado; tienen un objetivo común: fastidiar la diversión de la gente. Si a pesar de ello puede mantener la calma, IRC le ofrecerá una interesante diversión contra la rutina diaria. Es una agradable forma de pasar un rato libre. Si se tiene la suerte de encontrar un canal visitado por gente sensata y se accede a él con regularidad, se podrán formar relaciones duraderas que incluso podrían trascender a otros medios, como el correo electrónico y la vida real. En un programa cliente IRC de tipo texto se mantienen conversaciones como la siguiente:

[Pedro]: De dónde eres?

[Maria]: de España

[Pedro]: te gustan los toros?

Existen un sin número de IRC por todo Internet los cuales cada vez poseen características más avanzadas como el envío de archivos y la incorporación de correo electrónico dentro del mismo IRC. [8]

## **1.4 Cultura y abuso en Internet**

Internet puede verse como un gran recipiente de información cultural: desde mapas, Atlas mundiales hasta sitios para aprendizaje de lenguas. También hay muchos proyectos acerca de “clases virtuales” en las que los alumnos se encuentran en la comodidad de su casa recibiendo las materias en un ambiente virtual. Desgraciadamente Internet por ser de dominio publico no se libra de la mala información que se difunde diariamente en la televisión, periódicos, revistas y demás publicaciones. Estos temas serán tratados en las siguientes secciones.

### **1.4.1 Sitios educativos en Internet**

En la red hay muchos sitios educativos y culturales a los que se puede acceder, como por ejemplo el museo de historia natural “*Smithsonian*” el cual ofrece una gran cantidad de información al respecto. Su dirección es: `gopher://nmnhgoph.si.edu` (nótese que esta dirección es de un servidor “*gopher*” en el cual la navegación es en base a menús).

Así también se puede acceder al mundialmente famoso museo del “*louvre*”, en París, por medio de la dirección: `http://www.atlcom.net/~psmith/Louvre`.

### **1.4.2 Sitios inmorales de Internet**

Entre estos sitios aparecen los dedicados a la pornografía en los cuales hasta existe suscripciones por medio de tarjetas de crédito. Además existen sitios terroristas en donde se dan todo tipo de información para fabricar bombas, por ejemplo. También existen consejos para convertirse en un “*hacker*” o sea un pirata informático, la pesadilla de los compradores en línea.



## 2. INTERNET II

La próxima generación de Internet traerá consigo muchas expectativas, el atasco actual en Internet no permite muchas aplicaciones en tiempo real en las que el ancho de banda es factor determinante. A continuación se describe la red que nos puede librar del pantano que se llama Internet.

### 2.1 Definición de Internet II

Internet II (o Internet 2) es un proyecto colectivo que reúne a más de 200 universidades en los Estados Unidos de América con el objetivo de desarrollar la próxima generación de aplicaciones telemáticas para facilitar las misiones de investigación y educación de las universidades. Este proyecto es patrocinado por empresas de tecnología de información y el gobierno de Estados Unidos para desarrollar una red avanzada de transferencia de información con nuevos parámetros de calidad de servicio.

#### 2.1.1 Ejemplo de universidad miembro

Una de las universidades norteamericanas que se integró al proyecto de Internet II es la de *Wyoming* la cual lo hizo con el objetivo de mejorar su competitividad en el área de investigación; El criterio de diseño incluyó el costo global, capacidad expansión, la fiabilidad, calidad de consideraciones de servicio, y aislamiento de tráfico regional de las redes del *backbone* de Estados Unidos. El plan inicial de la red resultante fue basado en los costos actuales y las ofrendas comerciales disponibles.

Este plan reconoce las distancias largas entre *Laramie*, punto de presencia del ISP (Proveedor de Servicios de Internet), y su potencial sitio del *gigapop* en NCAR (*National Center for Atmospheric Research*). La infraestructura de red en el estado de

*Wyoming* es una conexión limitada y directa a las redes de ATM (Modo de Transferencia Asíncrona) públicas y no estaba todavía disponible en *Laramie*. El punto de presencia (POP) más cercano para una red mayor proporcionada está en *Cheyenne* aproximadamente a 50 millas de *Laramie*.

La Universidad de *Wyoming* (UW) paga actualmente por el uso de circuitos múltiples T-1 entre *Laramie* y *Cheyenne*; un T-1 para una conexión de Internet vía *SprintLink* y cinco circuitos T-1 para canales de voz de larga distancia para intercambio de portadoras (IXC).

La UW planea instalar una red de computadoras privada de área ancha ATM para reemplazar los circuitos T-1 arrendados que proporcionará capacidades de expansión futuras, incluso acceso a Internet a velocidades de OC-3. Esta red se ilustra en la figura 10. La UW planea actualizar la conexión de datos a ATM que corre a una capacidad cercana T-3 (una porción del circuito arrendado T-3 se utilizará para los circuitos de voz) como se muestra en la figura 11. El *router* primario de la UW que conecta el campus a Internet se conectará a un *switch* de ATM en *Laramie*.

Los *switch* ATM en *Cheyenne* (localizado en el Estado de *Wyoming*) se conectarán a la red ATM de un ISP nacional (Estadounidense). Dos PVCs serán establecidos: un PVC desde el *router* de la UW al *router* del ISP para transportar datos destinados a sitios conectados al mismo ISP (por ejemplo *Sprint*) y un PVC del *router* de la UW al *router* en un sitio del *gigapop* propuesto por NCAR en *Boulder* (figura 11). Así todos los datos no locales se entregarán al *gigapop* de NCAR salvo los datos destinados para clientes del ISP seleccionado. Los *gigapop* de NCAR separarán los datos restantes entre el vBNS, proveedores de Internet (como MCI), y otras redes según sea necesario.

Figura 10. Red inicial de la Universidad de Wyoming

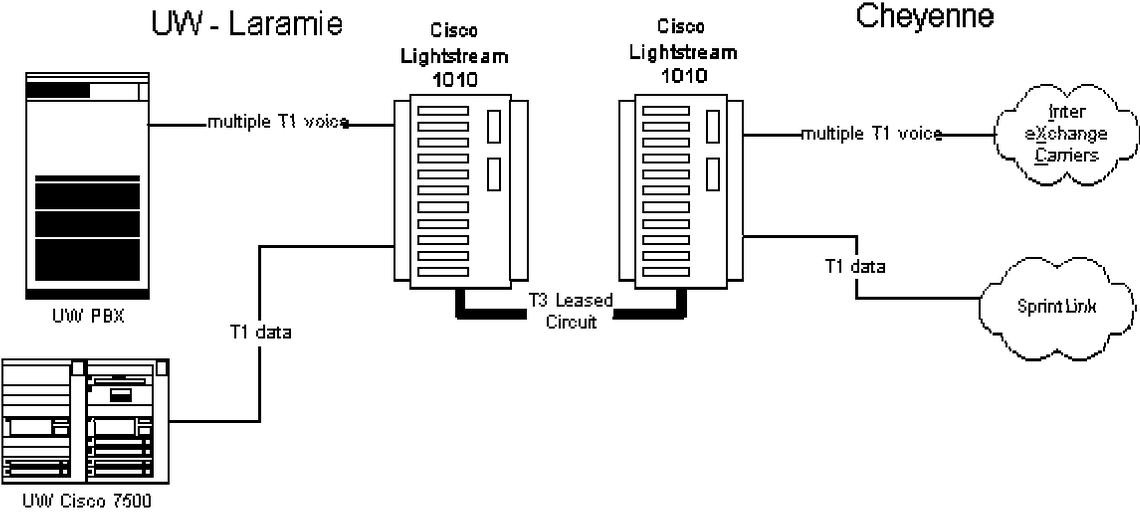
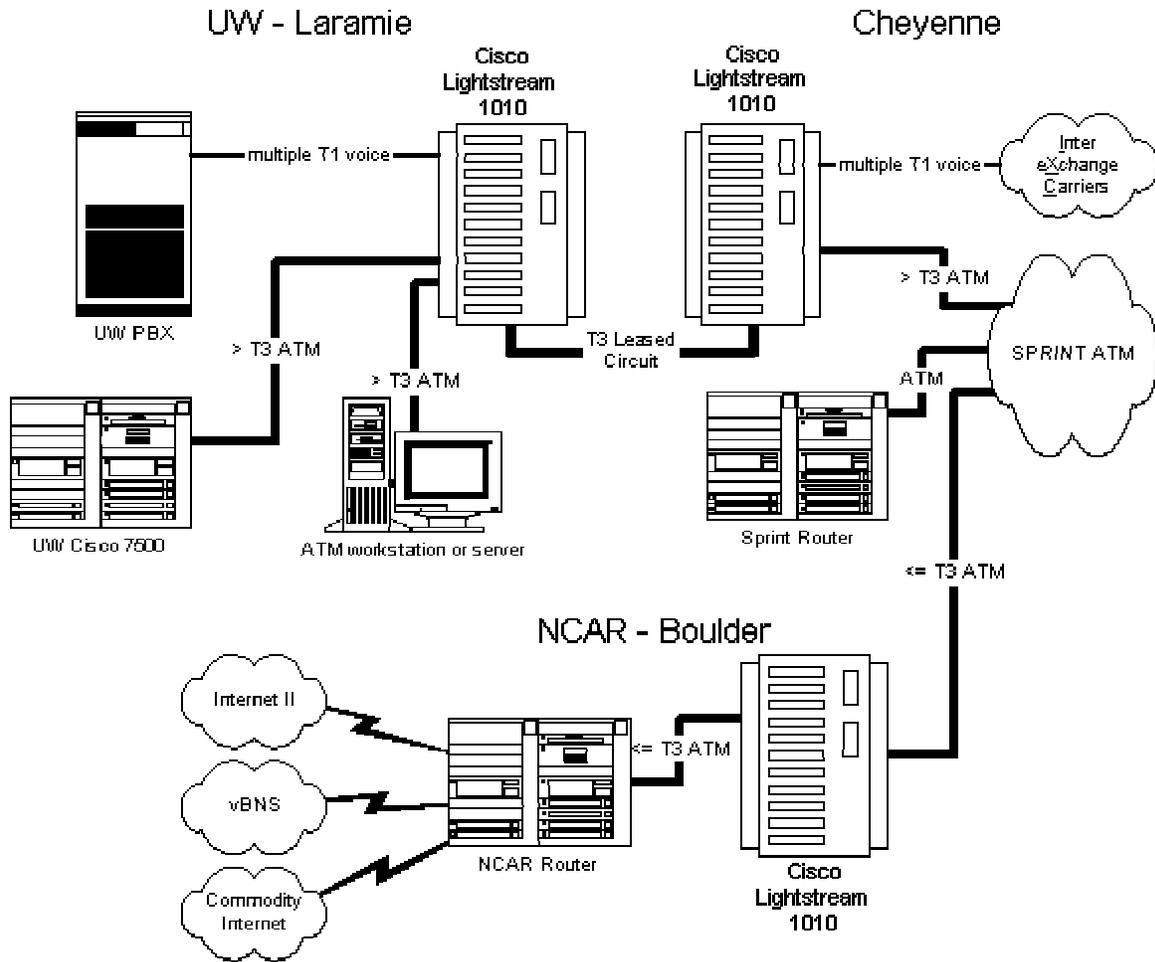


Figura 11. Red mejorada de la Universidad de Wyoming

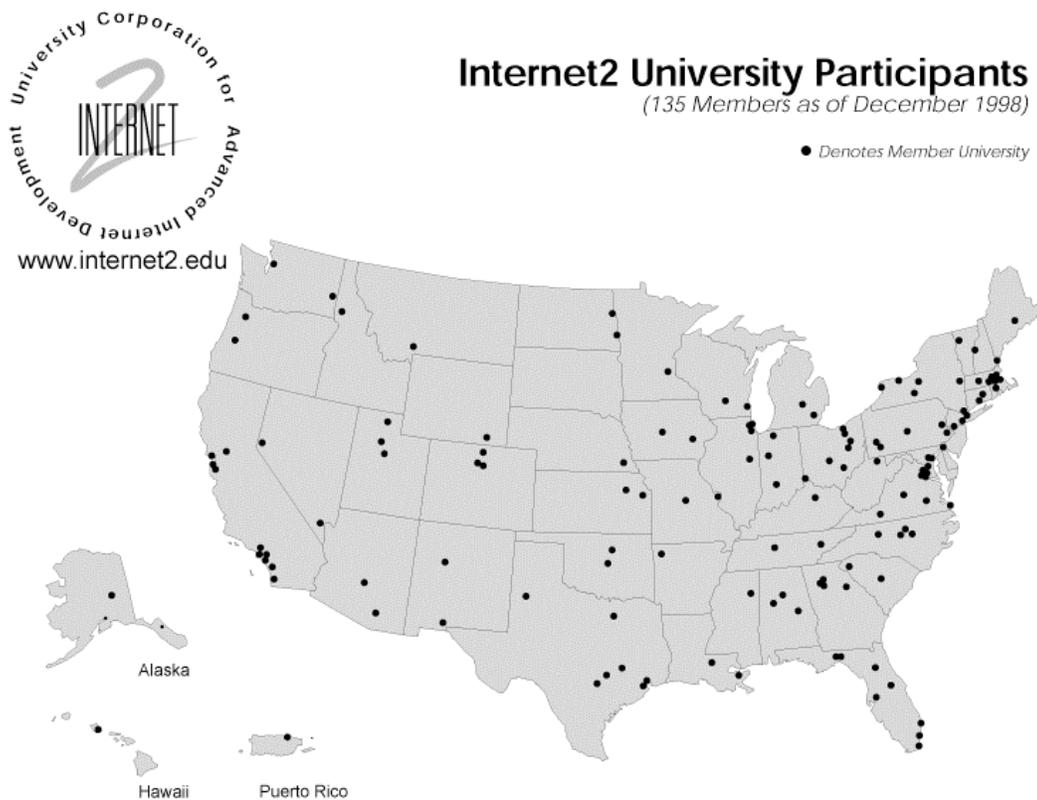


[9]

## 2.1.2 Descripción general de Internet II

La misión del proyecto Internet II es “facilitar y coordinar el desarrollo, despliegue, funcionamiento y transferencia de tecnología de servicios y aplicaciones de red avanzados con el fin de ampliar el liderazgo de los Estados Unidos de América en el campo de la investigación y de la educación superior, y acelerar la disponibilidad de nuevos servicios y aplicaciones en Internet. Esta tarea se está llevando a cabo en asociación con organismos de las administraciones federales y estatales y con empresas del sector de las tecnologías de la computación, de las telecomunicaciones y de la información”.

**Figura 12. Universidades miembros de Internet II**



En cada una de las universidades que participan en el proyecto existe un equipo de desarrolladores e ingenieros que trabaja para desarrollar y hacer posibles las

aplicaciones de Internet II. Las universidades de punta consideran las telecomunicaciones avanzadas como algo crítico para sus misiones de investigación y educación. Internet II proporciona el marco para un trabajo común en estas áreas. De forma simultánea, el proyecto hará avanzar los límites de las redes multimedia de banda ancha y ayudará a satisfacer las crecientes necesidades productivas de las universidades miembro. Internet II está colaborando también con empresas del sector telemático y con organizaciones sin ánimo de lucro para asegurar que los resultados de Internet II se utilizan para mejorar todas las redes telemáticas, incluyendo la Internet que existe actualmente.

Internet II proporciona un marco para desarrollar las herramientas (las aplicaciones y las redes) necesarias para conectar a las universidades miembro. Internet II se basa en el desarrollo de aplicaciones de vanguardia tales como la teleinmersión, bibliotecas digitales y laboratorios virtuales. La ingeniería de redes se desarrollará cuanto sea necesario para posibilitar estas aplicaciones.

Internet II está haciendo uso de las redes nacionales norteamericanas existentes tales como la *vBNS National Science Foundation's (very high speed Backbone Network Service)*. En último término, Internet II utilizará otras redes de alta velocidad para conectar a todos sus miembros entre sí y con otras organizaciones de investigación. Parte de la misión de Internet II es asegurar que tanto la tecnología *hardware* como *software* se basan en estándares abiertos y puede ser adoptada por otros, incluidas las redes comerciales y los proveedores de servicios Internet (PSIs).

Las organizaciones participantes suministran a los miembros de Internet II recursos y experiencia adicionales a las existentes en los centros universitarios. Más aún, ofrecen un canal al proyecto para conocer los asuntos y problemas que habrán de tenerse en cuenta para lograr que la tecnología Internet II migre a redes comerciales y a redes de base más amplia.

El proyecto afrontará los principales retos de la próxima generación de redes universitarias. Lo primero y más importante, se creará y mantendrá una alta capacidad de red para la comunidad nacional de investigación. Durante unos cuantos años, a partir de 1987, los servicios de red de la *NSFnet* (red de la *National Science Foundation*) no tuvieron igual en ninguna otra parte. Pero la privatización de esa red y la frecuente congestión de la red comercial que la sustituyó han privado a muchas universidades de la capacidad de red necesaria para dar soporte a una investigación de alto nivel mundial. En segundo lugar, los esfuerzos de desarrollo de red se dirigirán a crear una nueva generación de aplicaciones que exploten totalmente las capacidades de las redes de gran ancho de banda: integración de medios, interactividad, colaboración en tiempo real; por citar solamente unos pocos.

Este trabajo es esencial si se desean satisfacer nuevas prioridades en la educación superior que den soporte a objetivos de investigación, educación a distancia, aprendizaje continuado y planes similares a nivel nacional. Tercero, el trabajo del proyecto Internet II se integrará con los esfuerzos ya en curso para mejorar la producción de servicios Internet para todos los miembros de la comunidad académica. Un objetivo primordial del proyecto es la inmediata transferencia de los nuevos servicios y aplicaciones de red a todos los niveles de uso educativo y a la totalidad de la comunidad Internet, tanto nacional como Internacionalmente.

Las instituciones miembro de Internet II se han comprometido a hacer substanciales inversiones en infraestructuras institucionales e interinstitucionales a fin de desarrollar y facilitar aplicaciones de vanguardia para la educación, la investigación y al servicio público en el marco de la tecnología de la nueva generación de redes. Estas mismas instituciones se han dado cuenta, sin embargo, de que la promesa de tales inversiones no podrá cumplirse en su totalidad hasta que los servicios avanzados de red que caracterizan a Internet II se extiendan a todos los ámbitos, desde la educación superior a la escuela pública, pasando por los centros de trabajo y especialmente por los

hogares. Esta es una de las razones claves por las que Internet II se compromete a realizar una transferencia bidireccional de tecnología entre las instituciones participantes y otras muchas organizaciones, tanto comerciales como sin ánimo de lucro, que están influenciando el futuro de Internet.

Las especificaciones técnicas de Internet II persiguen servicios de red que incorporen la demanda de crecimiento de ancho de banda mediante la reserva de servicios del mismo, garanticen la calidad de servicio e incorporen funcionalidades avanzadas (por ejemplo, integración de voz, vídeo, telemetría y servicios de datos). Un punto específico en el diseño de Internet II, es, sobre todo, la previsión de expansión dinámica de la capacidad y funcionalidad a fin de satisfacer la futura demanda.

Y ahora llega la hora de preguntarnos: ¿estará Internet III demasiado alejada en el tiempo? De hecho, la red y sus servicios deben ser diseñados de tal forma que no impidan o constriñan el desarrollo de aplicaciones. La red debe ser capaz de responder a las exigencias de las nuevas aplicaciones, incluso de aquellas en las que no se había pensado previamente o que existen en la actualidad sólo bajo ciertas formas más específicas (o a través de arreglos especiales). La breve historia de Internet está repleta de agradables sorpresas que deberían entrar a formar parte del diseño de Internet II. Todas las aplicaciones deberían ser “creativas”. Muchas de las tendencias en programación y desarrollo de aplicaciones durante la pasada década contribuirán, significativamente al entorno de aplicaciones de Internet II. Entre todas estas tendencias destacan la programación orientada a objetos, la modularización de software, la intermediación (*brokering*) de objetos a petición y los enlaces dinámicos en tiempo de proceso. También es significativa la tendencia hacia la producción multigradual de aplicaciones con separación de datos, procesos y funciones de presentación. [10]

## **2.2 Requerimientos de Internet II**

Internet II se creó principalmente para eliminar el atasco en la WWW y las deficiencias en la seguridad. Pero esto no se logra sin nada a cambio, el hardware que utiliza es de alto costo sin tomar en cuenta su operación.

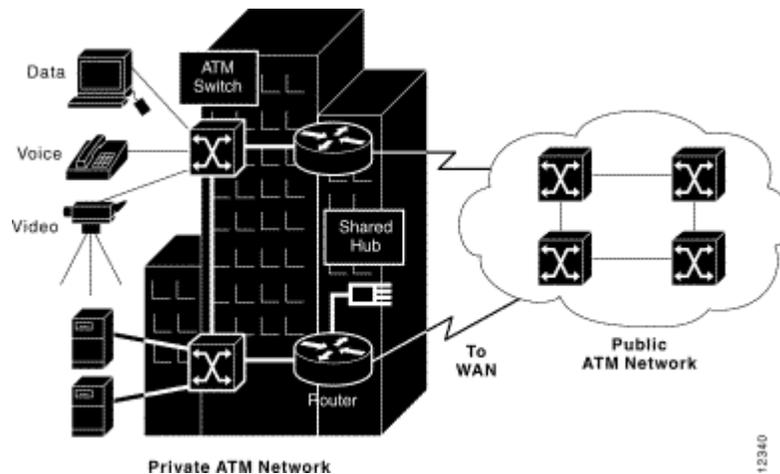
### **2.2.1 Tecnología requerida por Internet II**

La tecnología que permite operar a Internet II es solo la más avanzada; imagínese que hardware requiere una red que tiene como meta llegar a una velocidad de transmisión a nivel de *gigabits* por segundo. El Modo de Transferencia Asíncrona (ATM) es una de las tecnologías de comunicaciones más utilizadas en las redes de alta velocidad, actualmente conecta a varios *Gigapop* en Estados Unidos, específicamente de las empresas: *Sprint*, AT&T, *UUNET*. A continuación se estudiara tanto el hardware como el software que permite a Internet II ser una red de alta velocidad.

#### **2.2.1.1 Redes ATM**

El Modo de Transferencia asíncrono (ATM) es una norma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones - Sector de Regularización de Telecomunicación (ITU-T organización llamada anteriormente CCITT) para celdas (o células) de información de los tipos de servicio múltiples, como voz, video, o datos, utilizando celdas del tamaño fijo. Las redes ATM son orientadas a conexión. La figura 13 ilustra un ATM privado y un ATM público conectados a una red de computadoras transportando voz, video, y tráfico de los datos. Además una red ATM puede ofrecer televisión en vivo de muchas fuentes, correo electrónico en multimedia de movimiento total, música con calidad de disco compacto, interconexión de LAN y muchos otros servicios que serían impensables por una línea telefónica.

**Figura 13. ATM privado y ATM público**



Normas :

ATM está basado en los esfuerzos de la norma de la Red Digital de Servicios Integrados de Banda ancha (BISDN) de la ITU-T. Se concibió originalmente como una tecnología de transferencia de gran velocidad para voz, video, y datos encima de las redes públicas.

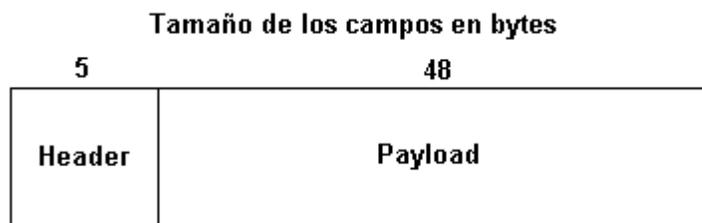
El foro de ATM extendió la visión de la ITU-T para su uso por de encima las redes privadas y públicas. El foro de ATM ha trabajado en las especificaciones siguientes:

1. *User-to-Network Interface* (UNI) 2.0
2. UNI 3.0
3. UNI 3.1
4. *Public-Network Node Interface* (P-NNI)
5. *LAN Emulation* (LANE)

### 2.2.1.1.1 Dispositivos ATM y ambiente de red

ATM es una tecnología de conmutación y multiplexación de celdas que combina los beneficios de un circuito conmutado (garantizando la capacidad y el retraso de la transmisión constante) con aquellos de conmutación de paquetes (flexibilidad y eficacia para tráfico intermitente). La idea en que se basa ATM consiste en transmitir toda la información en paquetes pequeños de tamaño fijo llamados celdas. Las celdas (células) tienen una longitud de 53 bytes; de los cuales cinco son de encabezado (*Header*) y 48 son de carga útil (*Payload*), como se muestra en la figura 14. ATM es tanto una tecnología (oculta a los usuarios) como un servicio potencial (visible a los usuarios); a veces se llama al servicio *cell relay* como una analogía con *frame relay*.

**Figura 14. Celda ATM**



El uso de una tecnología de conmutación de celdas es un rompimiento drástico con la tradición centenaria de la conmutación de circuitos (estableciendo una trayectoria de cobre) dentro del sistema telefónico. Son varias las razones por las que se escogió la conmutación de celdas, entre ellas están las siguientes. La conmutación de celdas es altamente flexible y puede manejar con facilidad tanto tráfico de velocidad constante (audio y video) como variable (datos). Segundo, a las velocidades tan altas que se contemplan (los *gigabits* por segundo están al alcance de la mano), la conmutación digital de las celdas es más fácil que el empleo de las técnicas tradicionales de multiplexión, en especial si se usa fibra óptica. Tercero, para la distribución de

televisión es esencial la difusión; esto lo puede proporcionar la conmutación de celdas pero no la de circuitos.

Como se mencionó anteriormente las redes ATM son orientadas a conexión (al igual que el sistema telefónico); para hacer una llamada primero se debe enviar un mensaje para establecer la conexión. Después, todas las celdas subsecuentes siguen la misma trayectoria al destino. La entrega de celdas no está garantizada, pero sí su orden. Si las celdas 1 y 2 se envían en ese orden, y ambas llegan, lo harán en ese orden, nunca la 2 va a llegar primero que la 1. Las redes ATM se organizan como las WAN tradicionales, con líneas y conmutadores (enrutadores). Las velocidades pretendidas para las redes ATM son de 155 Mbps y 622 Mbps, con la posibilidad de llegar a velocidades a nivel de “*gigabits*”.

La velocidad de 155 Mbps se escogió porque es cercana a lo que se necesita para transmitir televisión de alta definición. La elección exacta de 155 Mbps se hizo por compatibilidad con el sistema de transmisión SONET de AT&T. La velocidad de 622 Mbps se eligió para que se pudieran mandar por ella cuatro canales de 155 Mbps. Esto explica por qué algunas plataformas de pruebas de *gigabits* (véase *Gigapop*) que operaban a 622 Mbps, utilizaban tecnología ATM.

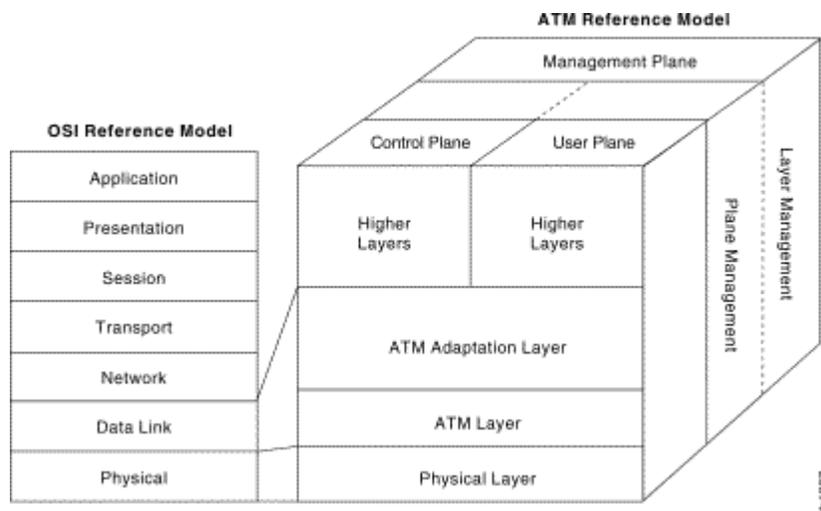
Cuando se propuso ATM, virtualmente toda la discusión era acerca del video sobre pedido en cada hogar y el reemplazo del sistema de telefonía, según se describió antes. Desde entonces se han vuelto importantes otros avances; muchas organizaciones han agotado el ancho de banda en las LAN de sus campus o edificios y se están viendo forzadas a recurrir a alguna clase de sistema de conmutación que tenga más ancho de banda que una sola LAN. También, en la computación cliente-servidor algunas aplicaciones necesitan hablar con ciertos servidores a velocidad elevada. Ciertamente, ATM es un candidato importante para ambos tipos de aplicación. Sin embargo, resulta un poco frustrante pasar de la meta de reemplazar todo el sistema telefónico de baja

velocidad por uno digital de alta velocidad, a la meta de conectar todas las redes *Ethernets* de una universidad.

### 2.2.1.1.2 El modelo de referencia B-ISDN ATM

La red digital de servicios integrados de banda ancha (B-ISDN) con ATM tiene su propio modelo de referencia, diferente del modelo OSI y del modelo TCP/IP como se muestra en la figura 15 y consiste en tres capas: la capa física (*Physical Layer*), la capa ATM (*ATM Layer*) y la capa de adaptación de ATM (*ATM Adaptation Layer*), más cualquier cosa que los usuarios quieran poner encima.

**Figura 15. El modelo de referencia B-ISDN ATM**



La capa física tiene que ver con el medio físico: voltajes, temporización de bits y varias consideraciones más. ATM no prescribe un conjunto de reglas en particular, pero en cambio dice que las celdas ATM se pueden enviar por sí solas por un cable o fibra o

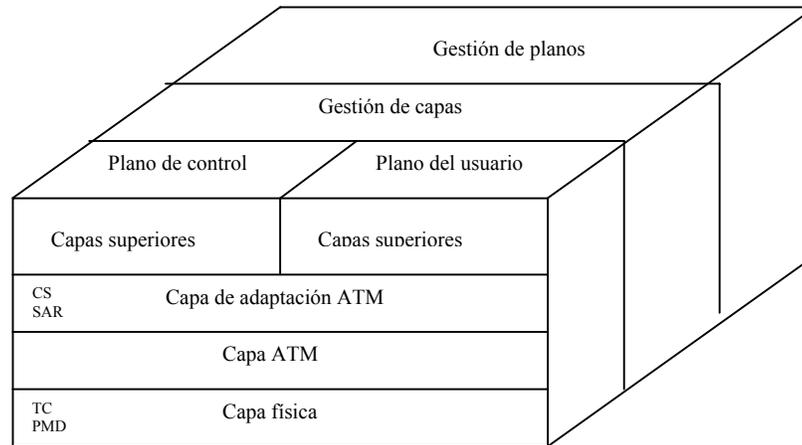
bien se pueden empacar dentro de la carga útil de otros sistemas portadores. En otras palabras, ATM se diseñó para que fuera independiente del medio de transmisión.

La capa ATM tiene que ver con las celdas y su transporte; define la organización de las celdas y dice que significan los campos del encabezado. Esta capa también tiene que ver con el establecimiento y la liberación de circuitos virtuales y aquí es donde se localiza el control de la congestión. Se ha definido otra capa encima de la capa ATM que permita a los usuarios enviar paquetes mayores que una celda porque la mayor parte de las aplicaciones no requieren trabajar de manera directa con celdas (aunque algunas lo hagan). La interfaz ATM segmenta estos paquetes, transmite las celdas en forma individual y las reensambla en el otro extremo. Esta capa es la AAL (*ATM adaptation layer*, capa de adaptación de ATM).

En comparación con los tradicionales modelos de referencia bidimensionales, el modelo ATM se define en tres dimensiones, como se muestra en la figura 15. El plano del usuario (*user plane*) se encarga del transporte de los datos, el control de flujo, la corrección de errores y otras funciones de usuario. En contraste, el plano de control tiene que ver con la administración de la conexión. Las funciones de gestión de capas y planos se relacionan con la administración de recursos y la coordinación intercapas.

La capa física y AAL se dividen, cada una, en dos subcapas, una en el fondo que hace el trabajo y una subcapa de convergencia en la parte superior que proporciona la interfaz adecuada con la capa de arriba. En la figura 16 se indican las funciones de las capas y subcapas.

**Figura 16. Las capas y subcapas de ATM**



La subcapa dependiente del medio físico (PMD, *Physical medium dependent*) establece la interfaz con el cable real; transfiere los bits y controla su temporización. Esta capa es diferente para diferentes portadoras y cables.

La otra subcapa física es la subcapa TC (*transmission convergece*, convergencia de transmisión). Cuando se transmiten las celdas, la capa TC las envía como una corriente de bits a la capa PMD, lo cual es fácil de hacer. En el otro extremo, la subcapa TC obtiene una corriente entrante de puros bits de la subcapa PMD; su trabajo es convertir esta corriente de bits en una corriente de celdas para la capa ATM. La subcapa TC se encarga de todas las consideraciones que se relacionan con determinar donde terminan las celdas en la corriente de bits. En el modelo ATM, esta funcionalidad pertenece a la capa física. En el modelo OSI y en casi todas las demás redes, el trabajo de enmarcar, esto es, de convertir una corriente de bits en bruto en una secuencia de marcos o celdas, es tarea de la capa de enlace de datos, no con la capa física.

La capa AAL se divide en la subcapa SAR (*segmentation and reassembly*, segmentación y reensamblado) y la CS (*convergence sublayer*, subcapa de convergencia). La subcapa inferior divide los paquetes en celdas en el lado de la transmisión y los vuelve a armar de nuevo en el destino. La subcapa superior hace posible tener sistemas

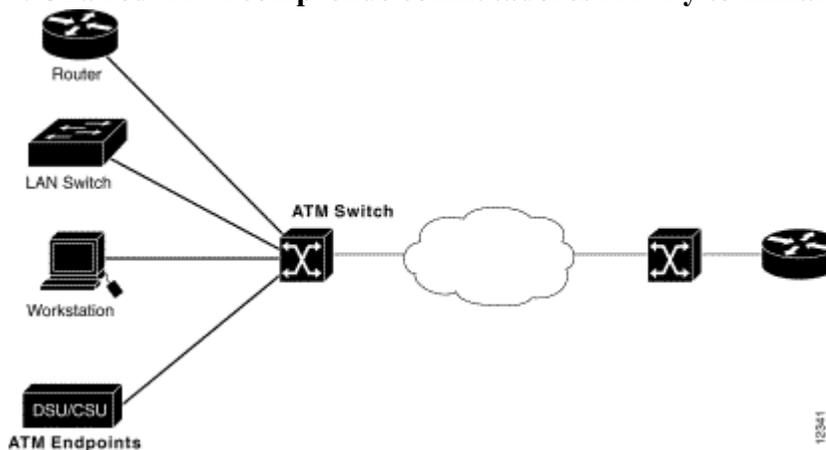
ATM que ofrezcan diferentes clases de servicios a diferentes aplicaciones (por ejemplo, la transferencia de archivos y el video sobre pedido tienen diferentes necesidades en lo concerniente a manejo de errores, temporización, etc).

### 2.2.1.1.3 Dispositivos ATM

Una red de ATM se compone de un conmutador de ATM y terminales ATM (*endpoints*). Un conmutador ATM es responsable del tránsito de las celdas a través de una red de ATM. El trabajo de un conmutador ATM está bien definido: acepta la celda entrante de un terminal ATM u otro conmutador ATM. Lee y pone al día la información de la cabecera de la celda y rápidamente conmuta la celda a una interface de salida hacia su destino.

Un terminal ATM (o sistema final) contiene una interface de red ATM. Algunos ejemplos de terminales ATM son estaciones de trabajo, ruteadores, unidades de servicio digital (DSU), conmutadores LAN, y codificadores-decodificadores de video (CODEC's); la figura 17 muestra una red ATM hecha con conmutadores ATM y terminales ATM.

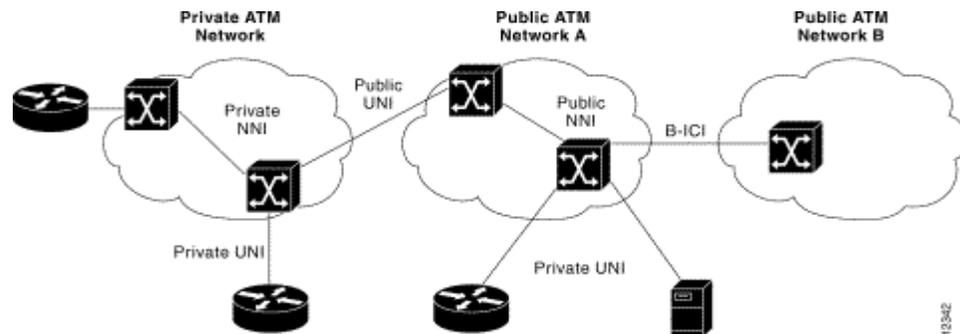
**Figura 17. Una red ATM comprende conmutadores ATM y terminales**



#### 2.2.1.1.4 Interfaces de red ATM

Una red ATM consiste de un conjunto de conmutadores ATM interconectados punto a punto con otros enlaces ATM o interfaces. Los conmutadores ATM soportan dos tipos primarios de interfaces: UNI y NNI. Las interfaces UNI conectan sistemas finales ATM (como los *host* o ruteadores) con un conmutador ATM; mientras que las interfaces NNI conectan dos conmutadores ATM. Dependiendo quien sea el propietario del conmutador y donde este localizado las interfaces se pueden dividir en UNIs y NNIs privadas o públicas. Una UNI privada conecta un terminal ATM y un conmutador ATM privado. Su colega público conecta un terminal ATM o conmutador privado a un conmutador público. Una NNI privada conecta dos conmutadores ATM dentro de la misma organización privada. Una pública conecta dos conmutadores ATM dentro de la misma organización pública. La figura 18 ilustra las especificaciones de interfaces para redes privadas y públicas.

**Figura 18. Especificaciones de interfaces para redes privadas y públicas**

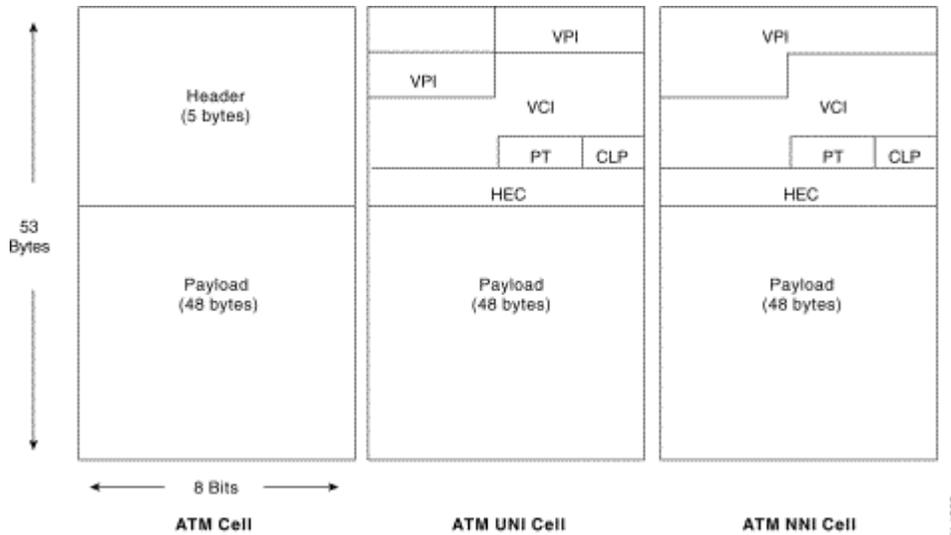


#### 2.2.1.1.5 Formato de cabecera ATM

Una celda ATM puede tener formato UNI o NNI. La cabecera UNI es usada para comunicación entre terminales y conmutadores ATM en redes privadas. La

cabecera NNI es utilizada para comunicación entre conmutadores ATM. La figura 19 muestra estas dos cabeceras.

**Figura 19. Cabeceras UNI y NNI**



Al contrario del UNI, la cabecera NNI no incluye el campo de control de flujo genérico (*Generic Flow Control*, GFC). Adicionalmente, la cabecera NNI tiene un identificador de camino virtual (*Virtual Path Identifier*, VPI), campo que ocupa los primeros 12. Además de los campos GFC y VPI, existen otros en la cabecera ATM:

- Control de flujo genérico (*Generic Flow Control*, GFC): provee funciones locales como identificación de múltiples estaciones que comparten una simple *interface* ATM. Este campo casi no se utiliza y se le asigna una valor por defecto.
- Identificador de camino virtual (*Virtual Path Identifier*, VPI): junto con el VCI, identifica el próximo destino de una celda cuando atraviesa una serie de conmutadores ATM en el camino a su destino.

- Identificador de canal virtual (*Virtual Channel Identifier*, VCI): Junto con el VPI, identifica el próximo destino de una celda cuando atraviesa una serie de conmutadores ATM en el camino a su destino.
- Tipo de carga (*Payload Type*, PT): indica en el primer bit si la celda contiene datos del usuario o datos de control. Si la celda contiene datos del usuario, el segundo bit indica congestión, y el tercer bit indica si la celda es el último en una serie de celdas que representan un solo marco (*frame*) AAL5.
- Prioridad de pérdida de congestión (*Congestion Loss Priority*, CLP): Indica si la celda debe desecharse si encuentra congestión extrema cuando se mueve a través de la red.
- Control de error en la cabecera (*Header Error Control*, HEC): calcula la suma de comprobación para la cabecera misma.

#### **2.2.1.1.6 Servicios ATM**

Existen tres tipos de servicios ATM: circuitos virtuales permanentes (*permanent virtual circuits*, PVC), circuitos virtuales conmutados (*switched virtual circuits*, SVC), y servicios de conexiones menores. Un servicio PVC permite conectividad directa entre los sitios. De esta manera, un PVC es similar a una línea arrendada. Entre sus ventajas están que un PVC garantiza disponibilidad de una conexión y no requiere procedimientos para establecer conexiones entre los conmutadores. La desventaja de PVC es que incluye conectividad estática y configuración manual.

Un servicio SVC se crea y se libera dinámicamente mientras los datos se están transfiriendo. En este sentido, es similar a una llamada telefónica. El control dinámico de la llamada requiere un protocolo de señalización entre el terminal y el interruptor

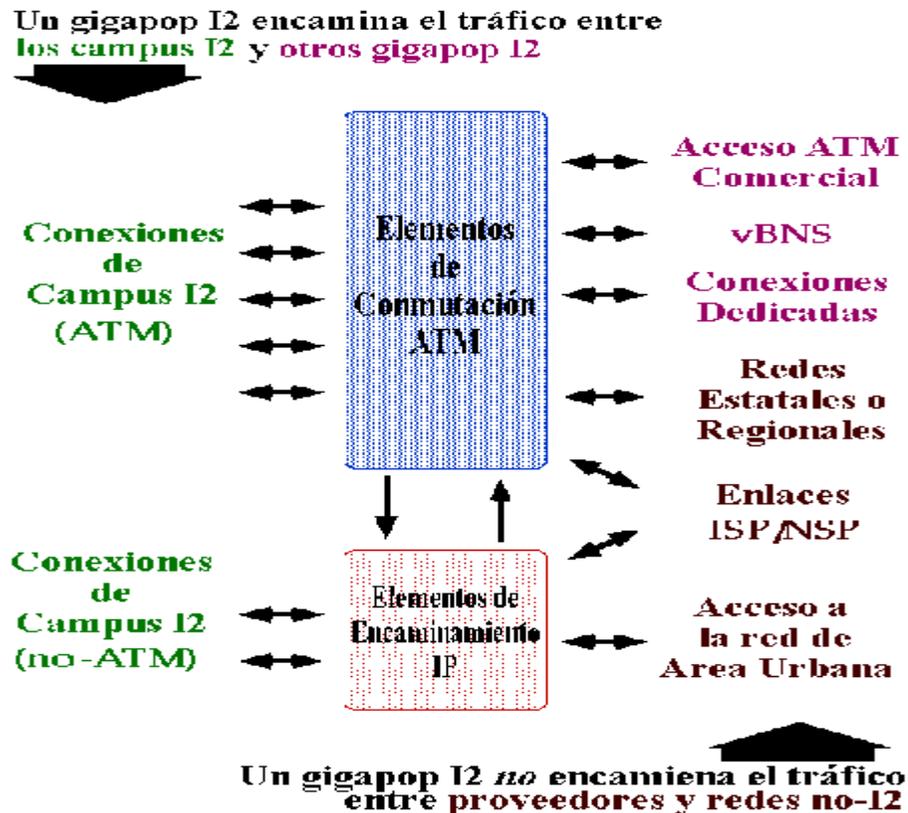
ATM. La ventaja de SVC es la flexibilidad de conexión, además la configuración de la llamada puede ser manejada automáticamente por un dispositivo de gestión de redes. Las desventajas son el tiempo extra para establecer la conexión y la sobreinformación para hacer la conexión. [11]

### **2.2.1.2 Hardware para Internet II**

El elemento clave en la arquitectura de Internet II es el *gigapop* (de *gigabit capacity point of presence* o "punto de presencia con capacidad de *gigabits*") – un punto de interconexión de tecnología avanzada y alta capacidad donde los participantes de Internet II pueden intercambiar tráfico de servicios avanzados con otros participantes del proyecto.

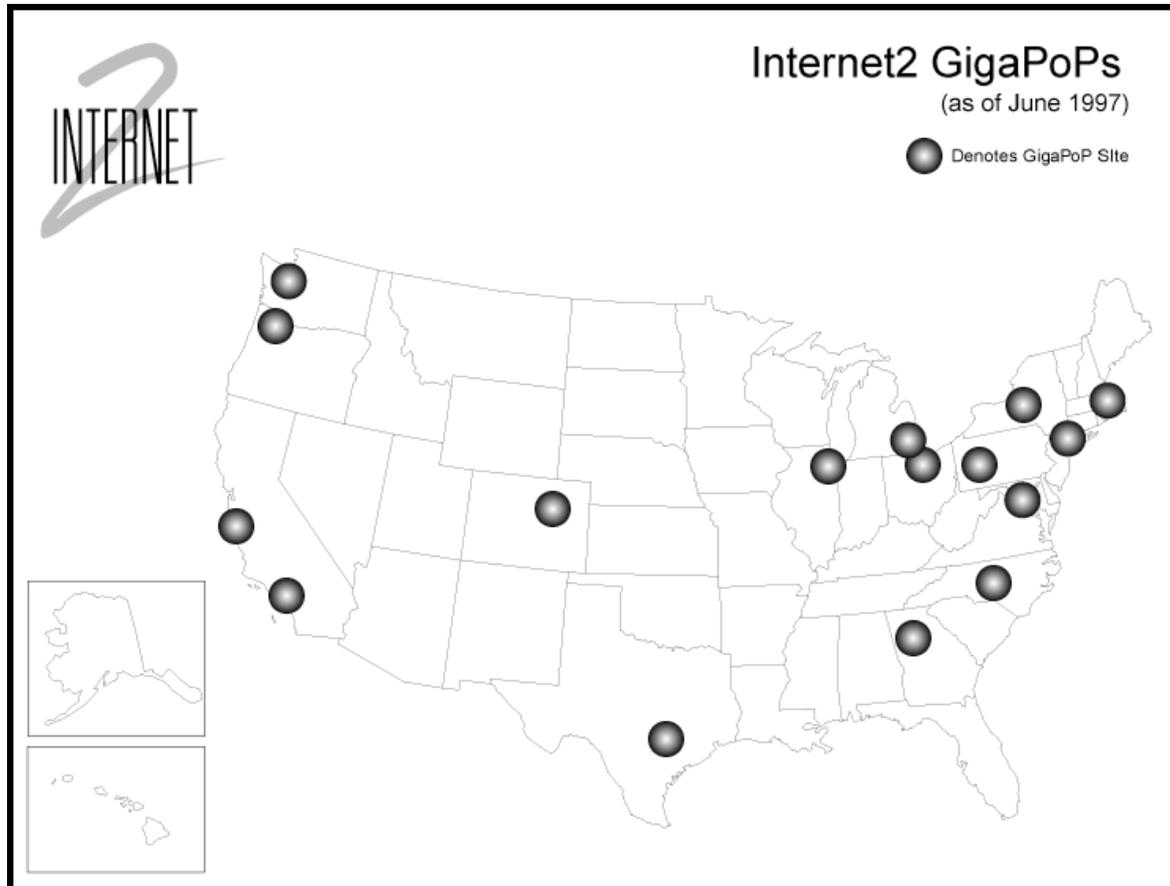
Cada servidor de Internet II debe instalar un circuito de alta velocidad al *gigapop* que le corresponda (como se muestra en la figura 20), a través del cuál obtendrá el acceso tanto a los servicios de Internet comercial como a los avanzados de Internet II. Los *gigapops*, por tanto, se unirán para adquirir y gestionar la conectividad entre los mismos en una organización cuya estructura y forma legal aún está por determinar, pero que provisionalmente se llama "Entidad Colectiva" (*Collective Entity, CE*). Potencialmente, en el *gigapop* habría un amplio rango de servicios disponibles, limitados tan sólo por las razones del mercado y por la absoluta prioridad y aislamiento de los servicios Internet II.

Figura 32. *Gigapop*



Una función clave de un *gigapop* es el intercambio del tráfico de Internet II con un ancho de banda específico y otros atributos de calidad de servicio. Además, el tráfico estándar IP puede ser intercambiado por medio de proveedores de servicio Internet (PSI) que tengan una terminación en el *gigapop*, eliminándose así la necesidad de tener conexiones de alta velocidad separadas entre las redes de las universidades participantes y otros puntos de intercambio de los PSIs. En algunos casos, los *gigapops* atenderán a clientes y a fines más allá de la comunicación entre desarrolladores de aplicaciones de Internet II. En la figura 21 se localizan los *gigapop* instalados en Estados Unidos.

Figura 21. *Gigapos* en Estados Unidos



Un *gigapop* es un lugar seguro y ambientalmente acondicionado que alberga un conjunto de equipos de comunicaciones y *hardware* de soporte. Los circuitos terminan allí, tanto si se trata de redes de miembros de Internet II (o bien I2) como redes de área extensa para transportar datos, sean I2 o comerciales. Se da por supuesto que las redes miembro de I2 no son redes de tránsito, es decir, no generan tráfico entre un *gigapop* e Internet. Los *gigapops* darán servicio a redes no de tránsito de usuarios finales a través de la propia gestión de encaminamiento IP (Protocolos Internet). Los *gigapops* I2 no darán servicio a redes comerciales de tránsito, ni está permitido el acceso ilimitado de los datos a través de tales redes por medio de la infraestructura de encaminadores del

*gigapop*. Los enlaces entre *gigapops* solamente conducirán tráfico entre centros Internet2.

En concreto, los *gigapops* deben enlazar las redes de centros universitarios I2 con:

- Otras redes del área metropolitana en sus propios ámbitos, por ejemplo, para suministrar educación a larga distancia.
- Socios investigadores y otras organizaciones con las cuales dichos miembros de I2 deseen comunicarse.
- Otras redes de área extensa dedicadas de elevado rendimiento, por ejemplo aquellas que el Gobierno implemente para sus propias unidades de investigación. y
- Otros servicios de red, por ejemplo, proveedores comerciales de red principal Internet (*Internet Backbone*).

El soporte operativo será provisto por un reducido número de Centros de Operaciones de Red I2. De cualquier forma, no darán servicio al usuario final.

Los *gigapops* deben participar en la gestión operativa de I2, recogiendo datos sobre la utilización y compartiendo entre sí y con los operadores de las redes universitarias toda la información necesaria para programar, prevenir, hacer el seguimiento, solucionar los problemas y responsabilizarse del servicio de red I2.

La última condición se cumple siempre que un *gigapop* I2 es parte de alguna gran entidad, quizás simplemente un edificio que además alberga otro equipamiento de conectividad, o quizás un sofisticado sistema de intercambio capaz de ordenar internamente el tráfico perteneciente a I2 y el ajeno. Principalmente este es un problema

de terminología. Podemos clasificar las cosas que un *gigapop* debe hacer en tres categorías:

1. Lo mínimo que un *gigapop* debe hacer para I2, es decir, lo que hace que satisfaga las necesidades funcionales y operativas que indicamos más abajo.
2. Las cosas que un *gigapop* no debe hacer en I2. Por ejemplo, no debe encaminar tráfico no perteneciente a I2 a través de conexiones entre *gigapops* de I2, ni, naturalmente, permitir otras actividades que afecten al rendimiento mínimo y así sucesivamente.
3. Todas las demás cosas que un *gigapop* podría hacer pero que no tienen que ver nada con I2.

Dado al rápido crecimiento del número de miembros de I2 y de los potenciales miembros de consorcio *gigapop*, podría ser necesario contar con algunos nodos centrales de intercambio cuya única función sea conectar unos *gigapops* con otros. Como desde el punto de vista conceptual estos formarán parte de "la nube" de interconexión de *gigapops* de la red, los consideraremos sólo en este contexto.

Las conexiones externas a *gigapop* del tipo Elementos de Conmutación ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) deben ser circuitos directos *SONET* desde los conmutadores ATM del centro universitario a otros centros del *gigapop*, o bien un servicio ATM pleno desde operadores comerciales. Los Elementos de Conmutación ATM sirven para multiplexar el nivel de ancho de banda del enlace a través de circuitos permanentes o virtuales (PVCs o SVCs). De esta forma, la conectividad de los intra e inter-*gigapop* se puede optimizar y asignar un ancho de banda para pruebas o para otros requisitos especiales.

El servicio principal del *gigapop* lo suministran los elementos de encaminamiento IP. Estos pueden ser realimentados directamente desde SONET/PPP externos o circuitos síncronos de alta velocidad, o vía enlaces PVC/SVC hasta la línea ATM. Todas las decisiones sobre el soporte de calidad de servicio y de encaminamiento IP las toma el equipo que realiza el reenvío de los paquetes IP y los datos sobre utilización se extraen allí. Según lo vaya permitiendo la tecnología, el equipamiento de reenvío de paquetes IP hará uso de la capa ATM para establecer QoS o SVC dinámicos con el fin de dar soporte a los diferentes requerimientos del servicio IP. Dado que el Servicio Común Portador de Internet 2 es IP, es evidente que cualquier dispositivo de tercera capa de un *gigapop* dará soporte IP. Pero ¿qué tipo de IP? Actualmente el estándar es IPv4, pero el proyecto Internet2 puede ayudar a todos a migrar a IPv6. Por ello, todos los dispositivos de capa 3 de los *gigapops* deberían soportar IPv6 además de IPv4 tan pronto como estén disponibles implementaciones estables.

Por supuesto, IP no es el único protocolo en el conjunto TCP/IP. Todos los protocolos de soporte habituales se supone que estarán disponibles allí donde se necesiten. Además, se espera que el IGMP (con soporte *multicast*), y el RSVP (con soporte de reserva de recursos) sean muy importantes para este proyecto y por tanto deberían estar disponibles en todos los dispositivos relevantes de los *gigapops*.

Los *gigapops* son responsables de implementar cualquier política de usuario referente a Internet 2. Por ejemplo, en la medida en que se utilice vBNS para proveer conectividad entre los *gigapops*, éstos deben enviar a su conexión vBNS solamente tráfico destinado a otro centro I2. Hay que destacar que la conectividad física de un *gigapop* no implica permiso o capacidad para intercambiar tráfico con cualquier otra entidad que tenga una conexión con ese *gigapop*. Las políticas de encaminamiento de los *gigapops* serán usadas no solamente para hacer cumplir las reglas de Internet2, sino

también los acuerdos bilaterales que controlarán el intercambio de tráfico entre los *gigapops*.

La velocidad de conexión dentro de un *gigapop* o en el intercambio con otros *gigapops* variará ampliamente, dependiendo del número y la intensidad de las aplicaciones nativas I2 que estén funcionando en sus respectivos centros universitarios. El asunto crucial para cada *gigapop* es asegurar que posee la capacidad adecuada para manejar la carga prevista de tráfico. Los conmutadores que proporcionen la interconectividad primaria en un *gigapop* y los enlaces desde esos conmutadores a encaminadores de *gigapop* adyacentes deberán ser dimensionados de tal forma que el número de paquetes perdidos dentro del *gigapop* sea próximo a cero.

La conectividad inicial de capa 2 con otros *gigapops* se espera que utilice PVCs ATM desde el vBNS más algunos enlaces dedicados que pueden ser PVCs o SVCs ATM, o meros enlaces SONET. Los enlaces entre encaminadores *gigapop* conectados a enlaces de una red de área extensa serán normalmente suministrados por conmutadores de alto rendimiento, normalmente mediante servicios celulares o basados en tramas (*frame-based*), dependiendo de las necesidades de cada *gigapop* específico.

A pesar de que la conectividad multidifusión con *multi-QoS* para todos los miembros Internet2 es un objetivo importante y explícito del proyecto, no todos los miembros I2 se verán involucrados en todos los experimentos de aplicaciones avanzadas. En efecto, algunos de estos experimentos implicarán a instituciones a las que dará servicio un único *gigapop*. De cualquier modo, un escenario probable sería el de varios *gigapops* colaborando en la experimentación de aplicaciones específicas y otros proyectos. Por ejemplo, varios *gigapops* deberían trabajar junto a empresas privadas para facilitar conectividad avanzada para formación asíncrona a distancia desde instituciones miembros a hogares de su entorno, de igual forma que los *gigapops*

podrían facilitar el intercambio de tráfico local entre la comunidad de Proveedores de Servicios Internet en su región.

A pesar de que un objetivo clave del proyecto I2 es extender cómo se comporta una red con calidad de servicio múltiple en condiciones de congestión, el *gigapop* no debería llegar a ser un cuello de botella para acceder a los servicios de comunicaciones de área extensa. La capacidad de ancho de banda total requerida por cada participantes I2 variará, pero se espera que fluctúe en el rango que va desde fracciones de DS-3 hasta tanto como OC-12 (622 Mbps). El diseño interno del *gigapop* debe ser capaz de gestionar el caudal de procesamiento adicional demandado por todos los participantes locales y las conexiones de área extensa. Los *gigapops* deben ser capaces de suministrar el ancho de banda adicional mientras dan servicio a un número de clientes con requerimientos especiales de calidad de servicio.

Uno de los objetivos globales que tiene planteado I2 es la capacidad de estudiar el comportamiento de este complejo y dinámico sistema. Tal estudio incluirá la caracterización de los flujos de tráfico, el análisis del comportamiento de las colas en un ambiente en el que sistemas diferenciados se comunican entre sí, la monitorización del rendimiento extremo-a-extremo de I2, la revisión de la asignación de diversos costos y modelos de recuperación de costos en función del uso real del sistema. Una parte de la arquitectura del *gigapop* debe ser un conjunto de datos integrados con medidas de seguridad apropiadas, pero con suficiente detalle y precisión para dar soporte a estudios y análisis serios.

Internet2 suministrará servicios dinámicos extremo-a-extremo. Esto quiere decir que los usuarios finales pueden solicitar servicios concretos de red entre dispositivos en I2, donde se supone que esos servicios serán suministrados independientemente del número de proveedores de red involucrados en el trayecto. Estarán disponibles varios niveles de servicio y se podrán solicitar conexiones múltiples a diferentes niveles de

servicio en cada momento. El usuario final no siempre conseguirá los servicios solicitados si los recursos no están disponibles para suministrar el nivel de servicio. De cualquier forma, una vez que se ha hecho la solicitud a ese determinado nivel de servicio, esa solicitud quedará garantizada.

Dada la naturaleza extremo-a-extremo de I2, el funcionamiento de la red necesitará más coordinación entre operadores de red que entre operadores de red y usuarios finales en la mayoría de las áreas de Internet. Esta coordinación debería ser lo más automatizada posible. La Internet actual carece de las herramientas y los protocolos para gestionar múltiples niveles de servicio. Uno de los objetivos de I2 será trabajar con los organismos de fijación de estándares y con los desarrolladores para crear estos protocolos y herramientas. En el desarrollo de estos protocolos y herramientas debemos tener en cuenta que al final serán usados en la Internet comercial, que opera en un ambiente distinto de confianza y cooperación que la comunidad académica.

La gestión de los servicios I2 desde los *gigapops* necesita ser examinada desde dos puntos de vista. El primero se refiere a las peticiones de servicios del usuario final y el segundo a los sistemas de red encargados de proporcionar esos servicios. Es necesario considerar desde esos puntos de vista tanto las operaciones normales como la resolución de problemas.

La petición por parte de un usuario final de un servicio tendrá lugar a través del uso de una aplicación. Dicha aplicación será responsable de interactuar con el usuario final para seleccionar los niveles de servicio y aconsejar sobre la disponibilidad y el costo del servicio. La aplicación será además responsable de interactuar con el sistema de red para obtener los servicios. La manera en que las aplicaciones, el sistema operativo y la interfaz de red funcionarán juntos dependerá de la implementación de la plataforma. Buscamos un objetivo difícil: presentaciones uniformes al usuario final. Lo idóneo, por ejemplo, sería que los mensajes de error se estandarizaran de tal forma que el usuario

final entendiera el error incluso si no conoce el sistema, de la misma forma que todo el mundo entiende una señal de ocupado en un teléfono, además de conocer la acción correcta a realizar.

La gestión del sistema de red que suministrará los servicios I2 debe implicar a una o más redes gestionadas por distintas entidades. La red necesita funcionar como un único sistema desde el punto de vista del usuario final. Esto requiere que las redes que funcionan independientemente coordinen las peticiones de red. Se necesita autenticación y autorización para el uso de los recursos antes de que el servicio requerido pueda ser garantizado. A continuación, el sistema debe determinar si los recursos están disponibles o no para lo que se requiere y, si es necesario, reservarlos. Una vez que la petición del servicio está garantizada, es preciso recoger datos sobre los recursos de red consumidos para el control apropiado del recurso o para contabilidad de costos. Para hacer funcionar un servicio extremo-a-extremo, cada red implicada en el camino debe seguir estos pasos de forma coordinada.

Las herramientas actuales para monitorización y diagnóstico de red ven la red como dispositivos y enlaces de comunicaciones individuales. Normalmente esto es simplemente un *estatus* arriba-abajo y alguna carga simple de información. Estas herramientas no ven el sistema de red como un todo ni consideran la representación extremo-a-extremo. Hay que desarrollar herramientas que tengan en consideración los problemas que plantea la operación extremo-a-extremo con varios niveles de servicio a través de múltiples redes. De igual forma, deberían definirse procedimientos para los operadores humanos de diferentes redes con el fin de facilitar la planificación y la resolución de problemas.

Internet actualmente tiene un nivel de servicio "lo mejor posible dentro de lo que se pueda". En este ambiente es fácil tratar con total igualdad a todos los usuarios o distribuir los costos basándose en parámetros no dinámicos como el ancho de banda de

la conexión. Cuando están disponibles múltiples niveles de servicio, se debe implementar algún tipo de control de recursos o informe de costos, con retroalimentación hacia el usuario final para asegurarse de que se solicita el nivel de servicio apropiado.

Como no es obvio cual es el mejor modelo de asignación de costos para I2, I2 será usado inicialmente para desarrollar y probar métodos de asignación de costos. Algunos objetivos están claros:

- El costo de un servicio debería ser pronosticable
- Niveles altos de servicio deberían costar más que niveles más bajos
- La contabilidad debería ser lo más simple posible para minimizar los recursos consumidos por el hecho mismo de llevarla a cabo

Obviamente hay una seguridad que puede ser suministrada en la capa de red y hay otra seguridad que simplemente no se puede alcanzar sin degradar enormemente otros servicios.

Los problemas de seguridad de I2 se pueden dividir en tres categorías:

- Ataques al Sistema de Red. Hay ataques a la propia infraestructura de la red cuando una persona realiza acciones para intentar degradar o provocar fallos en el sistema de red. Estos ataques varían desde inundar la red hasta accesos no autorizados al sistema de gestión de red, pasando por la suplantación de los protocolos de control de red. El resultado es la pérdida de servicio para usuarios legítimos de la red.
- Uso no autorizado de la red. Como I2 suministra diferentes niveles de servicio y diferentes controles de recursos o cuotas asociados con estos niveles, las operaciones de red deben protegerse contra intentos de eludir estos controles. La autenticación y

la autorización apropiada son necesarias para obtener servicios. Es necesario que los métodos y la infraestructura para llevar a cabo la autenticación y autorización sean seguros contra ataques. Esto incluye la seguridad tradicional, que implica no enviar palabras claves no codificadas para evitar que usuarios no autorizados puedan utilizarlas.

- Uso inapropiado de la red. Hay incidentes que no afectan a la red en sí misma pero causan problemas a los sistemas finales o a las personas que usan la red. Esto incluye el bloqueo de sistemas informáticos, el robo de objetos disponibles a través de la red, acoso y otros delitos y violaciones de la Ley. Aunque la prevención, detección y persecución de estas acciones se sale de la responsabilidad de los operadores de la red, éstos deben estar vigilantes y ser capaces de ayudar en la investigación que puedan llevar a cabo las autoridades competentes.

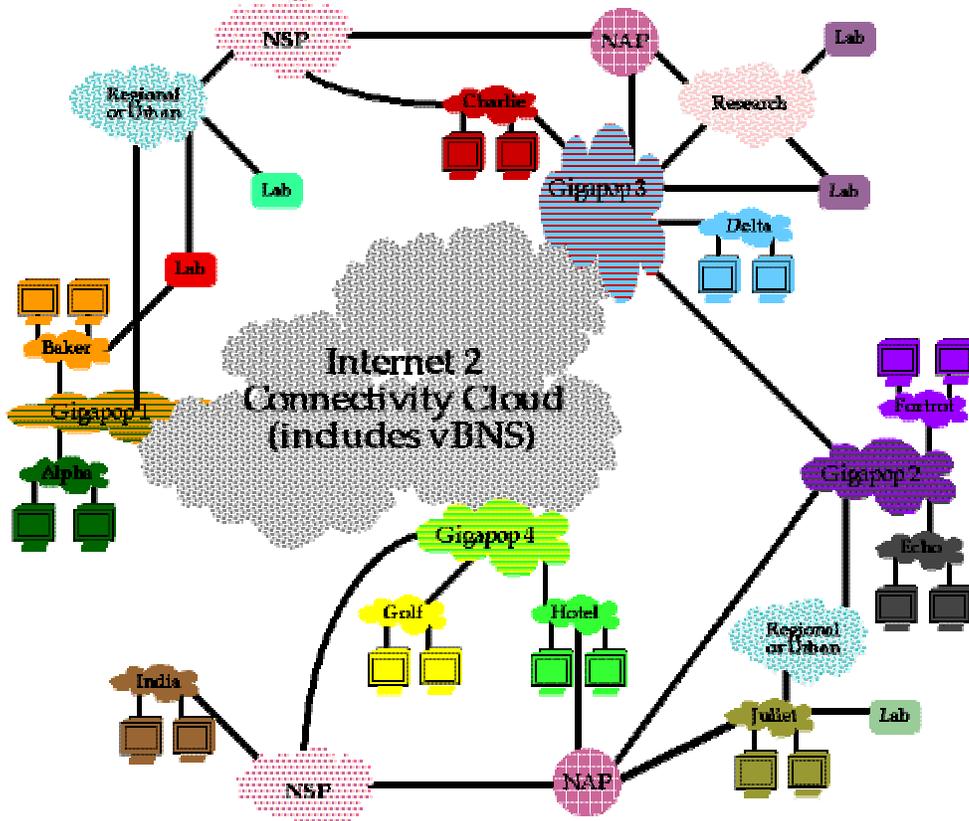
Los operadores de red necesitan mantener actualizados sus conocimientos de los métodos de ataque tradicionales y de los nuevos en todas esas categorías. Además necesitan entender qué medidas pueden ser usadas para detectar y repeler estos ataques. Se requiere una estrecha coordinación con otros operadores de red, así como con otras organizaciones tales como el CERT. Los operadores de red deberían ser capaces de suministrar referencias a información sobre procedimientos de buen funcionamiento, cortesía en el uso de la red y resolución de problemas a los operadores de sistemas de redes finales.

La estrategia de Internet ha sido siempre que los usuarios finales son responsables de la seguridad de las aplicaciones. Sin embargo, los protocolos y las herramientas han evolucionado muy lentamente para cumplir esta estrategia. Esto ha dado lugar a que las medidas de seguridad, tales como los cortafuegos, hayan tenido que tomarse a nivel de red. A pesar de que la seguridad a nivel de red para las aplicaciones es a menudo restrictiva, podría ser empleada en la red I2 para suministrar la seguridad

requerida para las aplicaciones. El uso de seguridad a nivel de red para las aplicaciones debería estar tan próximo al sistema de usuario final como fuera posible, por ejemplo, en el nivel LAN o del centro universitario.

La arquitectura básica que concebimos para la infraestructura de comunicaciones de Internet2 se ilustra en la Figura 22. Los distintos segmentos de red de este diagrama encajan en dos grandes categorías: los que conectan la aplicación de los usuarios finales con el *gigapop* de centro universitario (algunos de los cuales, en la Figura 22, se incluyen en las nubes reticulares de los centros) y los que interconectan *gigapops*. Puesto que la primera es en gran medida una responsabilidad de la universidad, dando por supuesto que se cumplen los estándares básicos, dedicaremos la mayor parte de nuestra atención a las conexiones entre *gigapops* y al encaminamiento y a otros protocolos aplicables a todos los segmentos de red de I2.

Figura 22. Conexión de *gigapops*



Uno de los objetivos importantes de investigación de I2 es llegar a comprender qué grado de diferenciación de servicio es suficiente. No será una decisión fácil. Por ejemplo, quienes están interesados en sustituir los servicios telefónicos convencionales por una red de servicios integrados podrán tener mayores necesidades que quienes se centren en herramientas de trabajo en grupo.

Suponemos que la mayoría de los centros universitarios Internet2 requerirán solo circuitos de alta capacidad hasta el *gigapop* más cercano y encaminadores (*routers*) de funcionalidad avanzada como sus pasarelas (*gateways*) para el centro. Los centros que deseen dar soporte a servicios adicionales o experimentales también podrían instalar un

multiplexor o conmutador ATM entre el circuito de conexión al *gigapop* y el límite del centro.

Normalmente las conexiones campus a *gigapop* llevarán menos tráfico (medio y máximo) que las conexiones entre *gigapops* y también podrán llevar tráfico no perteneciente a I2. En algunos casos aún no hay ninguna fórmula económicamente factible o disponible comercialmente para conseguir los niveles de calidad de conexión campus a *gigapop* de I2 y en esos casos la calidad seleccionable de calidad de servicio podría no estar disponible para una universidad miembro hasta que el problema se haya resuelto.

Los requisitos claves para las interconexiones de red entre los *gigapops* son que proporcionen:

- Muy alta fiabilidad.
- Alta capacidad (ancho de banda).
- Soporte de selección de QoS (calidad de servicio) y herramientas de recogida de datos y gestión de circuitos que los supervisores de los *gigapops* I2 necesitarán para evaluar y dirigir las comunicaciones.

Las características de las conexiones entre *gigapops* dependerán del ancho de banda, de la calidad de servicio y de las especificaciones de encaminamiento que se quieran conseguir. Por razones prácticas suponemos que el transporte básico de área extensa será proporcionado sobre SONET con señalización ATM.

Si bien los *gigapops* serán necesarios para proporcionar algunos servicios IP, serán recomendables pero no imprescindibles para dar soporte a otros experimentos de comunicaciones entre universidades. En concreto, los *gigapops* pueden trabajar con los centros conectados para gestionar conexiones basadas en otros servicios de comunicaciones, como ATM directo. Además de estas alterativas de capa de nivel bajo,

se espera que los *gigapops* implementen encaminamiento y transporte de datos multidifusión como soporte a MBONE y arquitecturas similares.

La información de rutas de ATM será necesaria ya que muchas de las funciones de red relativas a la calidad de servicio con las cuales deseamos experimentar implican asignación dinámica de recursos en la capa ATM. Se puede esperar de ATM que use conexiones virtuales permanentes para algunas funciones (por ejemplo, transportar paquetes IP, lo cual no requiere conexiones virtuales especiales) y conexiones virtuales conmutadas para otras. Donde sea posible, las conexiones virtuales conmutadas son siempre preferibles a las conexiones virtuales permanentes, para minimizar la complejidad de la configuración y para soportar reencaminamiento en caso de problemas de red.

Ya se ha desarrollado encaminamiento intradominio para ATM (PNNI). En estos momentos no hay filtros de normas disponibles en ningún producto comercial ATM. En todo caso, el encaminamiento ATM tiene soporte efectivo para calidad de servicio. Hasta que no esté disponible encaminamiento más sofisticado, el encaminamiento ATM no dispondrá de filtrado. Esto es factible ya que se espera que algunos centros estén trabajando con ATM en un futuro próximo y será posible una estrecha coordinación entre ellos. También es factible con menos coordinación que el encaminamiento IP, ya que la configuración de la conexión virtual puede manejarse y monitorizarse.

Se espera que I2 permita demandas en al menos cinco dimensiones de calidad de servicio (QoS o *Quality of Service*):

- Velocidad de transmisión. La velocidad mínima efectiva de tráfico de datos, más quizás un objetivo de velocidad media y un límite máximo tolerable. Así, por ejemplo, un usuario podría requerir una conexión cuya velocidad de datos nunca

caiga por debajo de 50 Mbps y acepta que no habrá transmisiones con una rapidez superior a los 100 Mbps.

- Retardo limitado. Se refiere a la máxima interrupción efectiva permitida, especialmente para vídeo y otras señales que lleven información en tiempo real. Un usuario podría especificar que no haya espacios entre paquetes lo suficientemente largos como para interrumpir o congelar el vídeo en directo.
- Rendimiento (*Troughput*). La cantidad de datos a transmitir en un período determinado de tiempo. Un usuario podría especificar que se moviese un *terabyte* de datos en diez minutos.
- Planificación u Horario. Los tiempos de inicio y finalización para el servicio solicitado. Un usuario podría especificar que la conectividad solicitada esté disponible exactamente durante un tiempo en el futuro, para algún período determinado (algo que, por supuesto, debería desprenderse de otras especificaciones de calidad de servicio).
- *Ratio* de pérdidas. El máximo *ratio* de pérdida de paquetes esperados en un intervalo de tiempo determinado.

Cuanto más rigurosa sea la solicitud de calidad de servicio, mayor demanda habrá de recursos de red y más influencia negativa tendrá una petición para los otros usuarios. Estos costos de provisión de servicios deben estar lo suficientemente claros para los usuarios, de forma que estén concienciados y no soliciten mayor nivel de servicio del que necesitan. [12]

## 2.2.2 *Software* de apoyo

### 2.2.2.1 Protocolos para Internet II

Después de que el protocolo IP se halla convertido en uno de los protocolos de red más utilizados en todo el mundo, sobre todo debido al crecimiento de Internet, IPv6 se plantea como el sucesor de la actual versión del protocolo IP (IPv4).

IPv6, también llamado IPng (*IP next generation*) nace de las recomendaciones efectuadas en 1994 por la IETF (*Internet Engineering Task Force* RFC 1752) en la cual se evaluaron las necesidades futuras de Internet, y se enumeraron las especificaciones que debería cumplir IPv6.

Entre los cambios de que proveerá IPv6 cabe destacar:

- Compatibilidad con IPv4. IPng será capaz de convivir con los dispositivos que soporten IPv4 , con el fin de que el cambio a IPng pueda ser gradual. La base instalada y el tamaño de Internet hace imposible una transición brusca. Los mecanismos de transición incluyen una técnica para que los *routers* y *host* puedan dinámicamente encapsular paquetes IPv6 y enviarlos a una infraestructura IPv4.
- IPng aumenta el tamaño de las direcciones IP pasando de 32 bits a 128 bits, con lo cual se incrementa por cuatro el espacio disponible para direccionamiento IP, y permite la escalabilidad a miles de millones de nodos; así como una mejor estructuración jerárquica. Esta expansión de direcciones es esencial para poder cubrir el crecimiento de Internet, redes empresariales, *intranets* privadas, Tv por cable y otras posibles necesidades futuras.

Ejemplo de direcciones:

IPv4

xxx.xxx.xxx.xxx

IPv6

xxx.xxx.xxx.xxx.xxx.xxx.xxx.xxx.xxx.xxx.xxx.xxx.xxx.xxx.xxx

### **Asignación de direcciones *unicast***

- Configuración automática. Es posiblemente la capacidad más esperada por los administradores de redes TCP/IP; el configurar automáticamente un puesto TCP/IP con una dirección IP, lo cual ahorrará costos en la administración de estas redes.
- Soporte multimedia y de otras aplicaciones en tiempo real. IPng incorpora la capacidad *Quality of Service* (Calidad de servicio) que permitirá establecer prioridades a los paquetes TCP/IP con el fin de poder trabajar con aplicaciones que necesitan un flujo continuo de tráfico.
- Uno de los principales problemas que tiene Internet es la confidencialidad y seguridad de los datos que viajan por la red. IPng incorpora sistemas de seguridad para intentar mantener la seguridad de los datos. El primer sistema "Ipng *Authentication Header*" proveerá de autenticación e integridad de los datos, no proveerá confidencialidad aunque para ello siempre se podrán usar algoritmos de terceros para la encriptación de los datos. El segundo sistema "IPng *Encapsulating Security Header*" y que proveerá integridad y confidencialidad de los datagramas Ipng. [13]

## **RUTEO *Multicast***

El protocolo IPv4 (actualmente utilizado en Internet) es comúnmente utilizado para direccionamiento *unicast*: una dirección de patrones de bits corresponden a un simple *host*. Algunos otros tipos de direccionamiento tampoco son soportados. Esto se debe a que el tamaño de la dirección está restringido a 32 bits y particularmente porque ninguna provisión está hecha para modos de direccionamiento específicos.

Por su parte, IPv6 incorpora la idea de una dirección “*anycast*”, en el cual un paquete es entregado a uno solo de los conjuntos de nodos. La escalabilidad del ruteo “*multicast*” está mejorada a través de la adición de un campo de ámbito aplicado a la dirección *multicast*. Además, otro tipo de dirección designada como una dirección *anycast* es utilizada para transmitir un paquete a un grupo de nodos.

La dirección de red IPv4 está basada en la actual dirección ruteable IPv4 para el suscriptor para el cual la interfaz está conectada; esta es establecida llevando los 24 bits de mayor orden de una dirección IPv4. La cabecera del formato simplificado es archivada a través de unos pocos campos de cabecera; como se muestra en la figura 23.

Los creadores de IPv4, a principios de los años 70, no predijeron en ningún momento, el gran éxito que este protocolo iba a tener en muy poco tiempo, en una gran multitud de campos, no solo científicos y de educación sino también en innumerables facetas de la vida cotidiana.

Los criterios que se han seguido a lo largo del desarrollo de IPv6 han sido fundamentales para obtener un protocolo sencillo y al mismo tiempo extremadamente consistente y escalable. Son de destacar, entre estos criterios, además de todo lo dicho hasta el momento (número de direcciones, seguridad, movilidad y autoconfiguración) la especial aptitud para ser soportado por plataformas existentes, y una evolución que

permite su uso concurrente con IPv4: no es necesario realizar un cambio “instantáneo en una fecha X”, sino que el cambio es transparente.

**Figura 23. Cabecera IPv6**

0	4	8	16	24	31
Version	Priority	Flow Label			
Payload length		next header	Hop limit		
Source address					
Destination address					

Estos criterios se han alcanzado en gran medida por la ortogonalidad y simplificación de la cabecera de longitud fija, lo que redundará en la eficacia de su encaminado (enrutado), tanto en pequeños encaminadores como en los más grandes, con soportes de ancho de banda muy superiores a los 100 *Gbytes* con los dispositivos actuales. Los equipos actuales, a pesar de sus tremendas capacidades de procesamiento de paquetes, no serían capaces de acometer la misma tarea, ni de ofrecer soluciones a todas las necesidades emergentes, con la estructura de la cabecera IPv4, sin contar la imposibilidad de gestionar las tablas de encaminado de los troncales, si siguen creciendo al ritmo actual.

Los campos de la cabecera IPv6 son:

- Versión
- Clase de tráfico
- Etiqueta de flujo
- Longitud de la carga útil

- Siguiente cabecera
- Limite de saltos
- Dirección fuente (128 bits)
- Dirección destino (128 bits)

La longitud de esta cabecera es de 40 bytes, el doble que en el caso de IPv4, pero con muchas ventajas, al haberse eliminado campos redundantes. Además, como ya hemos mencionado, la longitud fija de la cabecera, implica una mayor facilidad para su procesado en *routers* y conmutadores, incluso mediante *hardware*, lo que implica unas mayores prestaciones. A este fin coadyuva, como hemos indicado anteriormente, el hecho de que los campos están alineados a 64 bits, lo que permite que las nuevas generaciones de procesadores y microcontroladores de 64 bits, puedan procesar mucho más eficazmente la cabecera IPv6. El valor del campo “siguiente cabecera”, indica cual es la siguiente cabecera y así sucesivamente. Las sucesivas cabeceras, no son examinadas en cada nodo de la ruta, sino sólo en el nodo o nodos destino finales. Hay una única excepción a esta regla: cuando el valor de este campo es cero, lo que indica opción de examinado y proceso “salto a salto” (*hop-by-hop*). Así tenemos, por citar algunos ejemplos, cabeceras con información de encaminado, fragmentación, opciones de destino, autenticación, encriptación, etc., que en cualquier caso, han de ser procesadas en el orden riguroso en que aparecen en el paquete.

### **Direcciones y direccionamiento en IPv6 (RFC2373)**

Ya hemos dicho que IPv6 nos aporta, como principio fundamental, un espacio de  $2^{128}$  direcciones, lo que equivale a 3.40E38 (340.282.366.920.938.463.463.374.607.431 .768.211.456).

Hagamos una cuenta “rápida”, para hacernos a la idea de lo que esta cifra “impronunciable” implica. Calculemos el número de direcciones IP que podríamos tener por metro cuadrado de la superficie terrestre: ¡nada más y nada menos que 665,570,793,348,866,943,898,599!

Las direcciones IPv6 son identificadores de 128 bits para interfaces y conjuntos de interfaces. Dichas direcciones se clasifican en tres tipos:

- *Unicast*: Identificador para una única interfaz. Un paquete enviado a una dirección *unicast* es entregado sólo a la interfaz identificada con dicha dirección. Es el equivalente a las direcciones IPv4 actuales.
- *Anycast*: Identificador para un conjunto de interfaces (típicamente pertenecen a diferentes nodos). Un paquete enviado a una dirección *anycast* es entregado en una (cualquiera) de las interfaces identificadas con dicha dirección (la más próxima, de acuerdo a las medidas de distancia del protocolo de encaminado). Nos permite crear, por ejemplo, ámbitos de redundancia, de forma que varias máquinas puedan ocuparse del mismo tráfico según una secuencia determinada (por el *routing*), si la primera “cae”.
- *Multicast*: Identificador para un conjunto de interfaces (por lo general pertenecientes a diferentes nodos). Un paquete enviado a una dirección *multicast* es entregado a todas las interfaces identificadas por dicha dirección. La misión de este tipo de paquetes es evidente: aplicaciones de retransmisión múltiple (*broadcast*).

## Diferencias con IPv4

Hay algunas diferencias importantes en el direccionamiento de IPv6 respecto de IPv4:

- No hay direcciones *broadcast* (su función es sustituida por direcciones *multicast*).
- Los campos de las direcciones reciben nombres específicos; denominamos “prefijo” a la parte de la dirección hasta el nombre indicado (incluyéndolo).
- Dicho prefijo nos permite conocer donde esta conectada una determinada dirección, es decir, su ruta de encaminado.
- Cualquier campo puede contener sólo ceros o sólo unos, salvo que explícitamente se indique lo contrario.
- Las direcciones IPv6, indistintamente de su tipo (*unicast*, *anycast* o *multicast*), son asignadas a interfaces, no nodos. Dado que cada interfaz pertenece a un único nodo, cualquiera de las direcciones *unicast* de las interfaces del nodo puede ser empleado para referirse a dicho nodo.
- Todas las interfaces han de tener, al menos, una dirección *unicast link-local* (enlace local).
- Una única interfaz puede tener también varias direcciones IPv6 de cualquier tipo (*unicast*, *anycast* o *multicast*) o ámbito.
- Una misma dirección o conjunto de direcciones *unicast* pueden ser asignados a múltiples interfaces físicas, siempre que la implementación trate dichas interfaces,

desde el punto de vista de Internet, como una única, lo que permite balanceo de carga entre múltiples dispositivos.

- Al igual que en IPv4, se asocia un prefijo de subred con un enlace, y se pueden asociar múltiples prefijos de subred a un mismo enlace.

[14]

## **2.3 Aplicaciones más comunes**

Internet II tiene el potencial de brindar aplicaciones que son impensables actualmente en Internet. Una tesis no alcanzaría para describir las aplicaciones que se podrían tener en una red de velocidades a nivel de *gigabits*. Algunas aplicaciones que se consideran en Internet II son: laboratorio virtual, teleinmersión, bibliotecas virtuales entre otras. Los siguientes son unos ejemplos de aplicaciones de Internet II:

### **2.3.1 Transacciones en línea**

Actualmente existe el proyecto “*NetCard*” cuyo principal objetivo consiste en el desarrollo de nuevos protocolos de red que soporten transferencia de datos a gran velocidad a nivel local y global. Estos protocolos proveerán funciones como identificación, delegación, autorización, contabilidad y revocación. Algunas universidades norteamericanas están trabajando en diseñar un mecanismo de pago que pueda ser integrado en una aplicación multimedia. [15]

### 2.3.2 Teleinmersión

Gracias a la alta tecnología y velocidad que ofrece Internet II las teleconferencias seguramente sustituirán a los famosos “*chat*” (IRC); sin embargo existe una aplicación más novedosa e innovadora como lo es la teleinmersión que es la combinación eficaz de:

- La tecnología de inmersión al estilo de "dragones y mazmorras", tal y como la actualmente asociada con *MUDD (Multi-User Dungeons & Dragons)* y *MOOs (Multi-User Domain Oriented Object)*.
- Sistemas avanzados de telecomunicación de alta velocidad que permiten las aplicaciones colaborativas. y
- Ampliaciones significativas de esta tecnología de "cavernas" para reconocer la presencia y el movimiento de individuos dentro de esas "cavernas", rastrear esa presencia y sus movimientos, para después permitir su proyección en verdaderos entornos de inmersión múltiples, geográficamente distribuidos, en los cuales estos individuos podrían interactuar con modelos generados por computadora.

Un sistema de teleinmersión permitiría a personas situados en distintos lugares compartir el mismo entorno virtual. Por ejemplo, los participantes en una reunión podrían interactuar con un grupo virtual, casi de la misma forma a como lo harían si estuvieran en la misma habitación. Los individuos podrían compartir y manipular datos, simulaciones y modelos de moléculas; construcciones físicas o económicas; y participar juntos en la simulación, revisión de diseños o procesos de evaluación. Como ejemplo, piénsese en alumnos de ingeniería mecánica o industrial trabajando juntos para diseñar un nuevo puente o brazo de robot mediante la teleinmersión. Los miembros del grupo podrían interactuar con otros miembros del grupo mientras comparten el objeto virtual que está siendo modelado.

La teleinmersión requiere avances en la infraestructura de Internet, debido a las características de gran ancho de banda, bajo retardo y comunicaciones síncronas, dependientes del tiempo. Sin redes de alta velocidad que incorporen protocolos avanzados como el RSVP y multidifusión, el potencial de las aplicaciones de teleinmersión para la futura enseñanza, el avance de la ciencia y la reducción de los ciclos de diseño en muchas aplicaciones de fabricación nunca saldrá a la luz suficientemente. En buen número de frentes son necesarios una investigación y un esfuerzo de desarrollo bien coordinados. Las aplicaciones de teleinmersión requerirán ampliaciones significativas a la actual tecnología de "cavernas", en las áreas de rastreo, interpretación e interfaces humanas, que mejoren la presencia compartida y la experiencia en la manipulación; así como herramientas compartidas de trabajo para la comunicación y colaboración. Tendrá suma importancia la integración de imágenes reales en entornos virtuales para permitir la simulación de la presencia real compartida.

Se requerirán buenas dosis de esfuerzo en áreas como la construcción/proceso de imágenes, simulación sensorial (por ejemplo, táctil) y sincronización de las entradas y respuestas humanas desde todas las "cavernas" participantes, distribuidas geográficamente. Estas áreas requerirán redes con muy poco retardo y capaces de controlar otros parámetros de las mismas. Además, si no se diseñan con cuidado desde el principio para que tengan la mejor computación, almacenamiento y comunicaciones, las aplicaciones de teleinmersión podrían consumir demasiado ancho de banda y, por lo tanto, tener una utilidad limitada.

Durante los meses de julio y agosto de 1996 se revisaron en profundidad los trabajos realizados en esta área, realizándose visitas a numerosos lugares. Siguiendo el consejo de algunos investigadores líderes, se planificó un pequeño taller y se convino en aportar los mejores expertos, que representaran, componentes clave de la teleinmersión y temas como hardware, software, redes e implicaciones sociales.

El taller de teleinmersión tuvo lugar en Chicago en octubre de 1996 y se identificaron elementos tecnológicos clave relacionados con los actuales sistemas de realidad virtual actual, tales como las "cavernas", en dos o más entornos colaborativos. Los participantes respaldaron el objetivo de establecer un programa para crear un entorno en el cual los individuos de tres "cavernas", geográficamente distribuidas, pudieran experimentar la presencia compartida de los otros, mientras examinaban y manipulaban los resultados de una simulación o modelo generado por computadora. Las aplicaciones de teleinmersión que trabajasen en este entorno se enfocarían primero hacia la enseñanza, la ciencia y la fabricación. [16]

La teleinmersión permite a usuarios geográficamente distribuidos colaborar en tiempo real en un ambiente híbrido, compartido y simulado como si se encontraran en el mismo salón; tiene el potencial de cambiar significativamente los tradicionales métodos educativos, científicos y de fabricación. Es la última tecnología en:

- Escaneo de ambientes 3D.
- Proyección de imágenes.
- Tecnología de rastreo.
- Tecnología de audio.
- Robótica.

todo esto combinado con una red de alta velocidad.

En un ambiente de teleinmersión las computadoras reconocen la presencia y movimientos de individuos, los objetos físicos y virtuales; rastrea esos individuos, objetos y los proyecta en un ambiente realista, múltiple y geográficamente distribuido. Los ambientes de teleinmersión facilitarán por consiguiente no sólo interacción entre los usuarios sino también entre los usuarios y los modelos y simulaciones generados por computadora. Esto requerirá extender los límites de la visión, rastreo y despliegue de la

computadora y las redes de comunicaciones. Más allá, un objetivo secundario es acelerar el desarrollo de mejores herramientas para la investigación y la colaboración educativa y promover adelantos en investigación de ambiente virtual, como parte de la próxima generación de aplicaciones en Internet. [17]

### **2.3.3 Bibliotecas digitales**

Los esfuerzos actuales en el campo de la investigación han demostrado ya que la Internet comercial puede ser un entorno efectivo para el desarrollo de los sistemas de bibliotecas digitales. Estos esfuerzos incluyen los *Digital Library Programs* patrocinados por ARPA/NASA/NSF, así como un amplio abanico de sistemas operacionales de bibliotecas institucionales que ofrecen catálogos en línea, resúmenes e indexación de las bases de datos, contenidos; como en el caso de los periódicos en formato electrónico. A pesar de que estos sistemas sufren hoy los problemas de seguridad y prestaciones provenientes de los defectos de Internet, no requieren sin embargo, un gran ancho de banda dedicado a sus aplicaciones, ni reserva de dicho ancho e banda dedicado a sus aplicaciones. Requieren, únicamente, que las funciones existentes en Internet se mantengan con un cierto grado de fiabilidad dentro de los parámetros actuales de diseño. No obstante, muchos de los problemas más importantes: derechos de propiedad intelectual, administración de derechos y modelos viables económicamente para la publicación escolar en el siglo XXI; quedan fuera de las competencias de cualquier programa de infraestructura de red.

Pero los nuevos servicios y capacidades contemplados en Internet2 ofrecen importantes oportunidades para extender los programas de bibliotecas digitales a nuevas áreas. Un ancho de banda más grande, y su reserva, van a permitir en la práctica que videos digitales continuos y audio migren de su uso en la investigación (como en el Proyecto de Biblioteca Digital de la Universidad *Carnegie-Mellon*) a usos más amplios.

Imágenes, audio y video podrán al menos desde el punto de vista de la distribución, moverse por los canales normalmente ocupados, casi exclusivamente, por materiales textuales. Esto facilitará también una investigación más extensiva en los difíciles problemas de organización, indexación y acceso inteligente a estas clases de materiales.

Dado que las bibliotecas digitales operativas hoy en día contienen, sobre todo, materiales textuales, la interfaz de los sistemas de recuperación de la información continúa siendo textual. Incluso en un entorno *Web*, las interfaces son textuales, quizás mejoradas, con modestos materiales gráficos o tabulares. Mientras el lenguaje, y por tanto el texto, continúa siendo la base central de las herramientas de recuperación de la información, ha aparecido, en la última década, un corpus substancial de investigación en el campo de la visualización de la información, proveniente de organizaciones como Xerox PARC. Estas investigaciones prometen ayuda substancial a los usuarios para la organización, exploración y comprensión de amplios espacios de información compleja. Estas técnicas usan gráficos complejos de alta resolución, así como animación, para proporcionar una representación visual de grandes cantidades de información textual, de forma muy parecida a la visualización basada en la supercomputación que ha ayudado a los científicos, en la pasada década, a obtener nuevas perspectivas en los grandes conjuntos de datos junto a una simulación de salidas. Internet2 proveerá el rendimiento suficientes al ordenador de sobremesa, para permitir que las tecnologías de visualización de la información sean evaluadas dentro de amplias aplicaciones de recuperación de la información. Otras capacidades de Internet2, como la posibilidad de ayuda en tiempo real o las consultas a los expertos por medio de audio o videoconferencias incorporadas a la interfaz de usuario, ofrecerán también la oportunidad de enriquecer y extender lo más nuevo en el campo de acceso a la información y sistemas de recuperación.

Finalmente, la disponibilidad de capacidades de multidifusión en Internet2, combinadas con la alta fiabilidad y la posibilidad de administrar la calidad de servicio de grandes cantidades de conexiones a baja velocidad, tendrán implicaciones importantes, aunque hoy difíciles de predecir, en la distribución de la información y en la

administración de bases de datos distribuidas. Los actuales sistemas basados en el *Web* como el *Pointcast* dan una idea de lo que puede ocurrir. En Internet 2 debería ser posible hacer fluir la información de cualquier tipo: actualizaciones de bases de datos, anuncios de publicaciones, telemetría, lectura de sensores; hacia las comunidades de receptores interesados, en vez de que estos últimos tuvieran que ir periódicamente a las bases de datos centralizadas en busca de la última información.

Es fácil imaginarse, por ejemplo, a la telemetría financiera o las agencias de noticias moviéndose hacia ese modo de distribución; pero estos son sólo los casos más obvios y simples de cual podría llegar a ser el nuevo modelo fundamental para la distribución de la información. Será importante, en las primeras etapas del desarrollo de Internet 2, "sembrar" la exploración de este modelo para asegurarse la disponibilidad de un número de interesantes "canales" de datos. De la misma forma será necesario un esfuerzo considerable para traducir todo el trabajo de investigación en protocolos viables de multidifusión dentro de la operativa común de Internet2; será deseable asegurarse de que todos estos componentes de la infraestructura común de protocolos, principalmente el Protocolo de Control de Transmisión (*Transmission Control Protocol* o TCP), sirve de infraestructura común para el intercambio de datos extremo a extremo, en forma segura, dentro de la actual Internet comercial.

Otra implicación de la disponibilidad de controles de calidad de servicio y multidifusión, es que Internet2 será bastante más hospitalaria para conectar un gran número de sensores que lo que es la Internet actual. De hecho, los sensores, con el tiempo, podrían sobrepasar en número a las estaciones de trabajo. La capacidad de hacer que gran parte de la telemetría de sensores públicos compartidos esté disponible para la comunidad de Internet2 representa una excitante oportunidad para explorar nuevas clases de aplicaciones. [18]

### 2.3.4 El laboratorio virtual

Un laboratorio virtual es un entorno distribuido heterogéneo de resolución de problemas que permite a un grupo de investigadores esparcidos por todo el mundo trabajar juntos en un conjunto común de proyectos. Como en cualquier otro laboratorio, las herramientas y técnicas son específicas del dominio de investigación, pero los requisitos de infraestructura básica se comparten entre las distintas disciplinas. Aunque próximas a algunas de las aplicaciones de teleinmersión, el laboratorio virtual no supone a priori la necesidad de compartir un entorno tal de inmersión.

El *Grand Challenge Computational Cosmology Consortium* está formado por un grupo de astrónomos teóricos y de informáticos, comprometidos en una investigación y trabajando en colaboración sobre el origen del universo y la emergencia de estructuras a gran escala. Este grupo incluye a científicos de la Universidad de Indiana, NCSA, *Princeton*, MIT, UC-SC y el Centro de Supercomputación de *Pittsburgh*. Su trabajo precisa de simulaciones masivas por medio de múltiples supercomputadores que funcionan simultáneamente; grandes bases de datos con los resultados de la simulación; visualizaciones extensas que muestran la evolución de estrellas y galaxias, y un amplio repositorio de software compartido que hace posible todo lo anterior. Si bien algunos experimentos se realizan de forma aislada, la mayor parte de los mismos requiere una estrecha colaboración entre equipos de personas distribuidos por múltiples zonas. Cada miembro de un equipo es un experto en un componente particular de la heterogénea mezcla formada por la simulación, el análisis de los datos y la visualización. El equipo debe poder compartir una visión común de la simulación y participar de forma interactiva en la computación colectiva.

Como otros posibles ejemplos considérese el diseño multidisciplinar y la fabricación. En este caso una compañía involucrada en la fabricación de un producto grande y complejo como un avión puede dirigir el proceso de simulación e interactuar

con las bases de datos de diseño que contienen las especificaciones técnicas y de fabricación. El diseño y simulación pueden requerir el acceso simultáneo a cientos de subcomputaciones, que son proporcionadas por subcontratistas en diferentes localidades.

El resultado es una "optimización multidisciplinaria" mediante la cual puede fabricarse un producto más rentable y seguro de acuerdo con las especificaciones del cliente. Un tercer ejemplo puede ser un sistema de predicción meteorológica que incorpore datos de satélites, gran número de entradas provenientes de los sensores y simulaciones masivas para las predicciones meteorológicas a corto y medio plazo. Una variación sobre lo anterior consiste en predecir la calidad del aire a través de un laboratorio virtual que acople los modelos meteorológicos con los modelos de las corrientes oceanográficas y la química de la población, todo ello basado en sensores especializados tanto terrestres como aéreos. En un laboratorio semejante, los científicos medioambientales podrían sugerir, a partir de las condiciones presentes, cuándo se podrían clausurar temporalmente ciertos tipos de fabricación a fin de evitar una crisis potencial en la calidad del aire. Se han propuesto laboratorios virtuales para otras muchas disciplinas, incluyendo la biología computacional, la radioastronomía, el diseño de medicinas y las ciencias de los materiales.

Entre los componentes de un laboratorio virtual se incluyen:

- Servidores de computación capaces de manejar reducciones de datos y simulaciones a gran escala. (Los ejemplos incluyen los centros de supercomputación regional de la NSF, las vastas redes de amplia capacidad; así como los sistemas de altas prestaciones de los centros universitarios y de los laboratorios empresariales y gubernamentales de I+D).
- Bases de datos que contengan información específica para aplicaciones, tales como simulación inicial y condiciones límite, observaciones experimentales,

requerimientos de clientes, constreñimientos de fabricación; así como recursos distribuidos específicos de las aplicaciones, tales como las bases de datos del genoma humano. (Estas bases de datos tienen características, son dinámicas y distribuidas. También pueden ser muy grandes).

- Instrumentos científicos conectados a la red. (Por ejemplo, satélites de datos, sensores de movimientos de la tierra y de la calidad de aire; instrumentos astronómicos, como los equipos de radioastronomía distribuida del Observatorio Nacional Radioastronómico).
- Herramientas de colaboración, que a veces incluyen la teleinmersión activa de software. (Cada laboratorio virtual está basado en un software especializado para simulación, análisis de datos, descubrimiento, reducción y visualización).

La mayor parte de este software fue diseñado, originalmente, de forma "autónoma", usando una sola máquina. Comenzamos ahora la tarea de comprender cómo pueden integrarse todas estas herramientas en redes de programas activas y heterogéneas que pueden redimensionarse a escala para resolver los problemas de mañana).

Fuertemente acopladas, los cálculos multidisciplinares presionan fuertemente sobre el ancho de banda de las redes. Un retardo bajo es crítico y la planificación de los recursos del sistema de computación debe ser acoplada a servicios de reserva de ancho de banda. Los protocolos multidifusión y la tecnología son críticos para la naturaleza colaborativa de un experimento en un laboratorio virtual, donde las personas, los recursos y las computaciones están ampliamente diseminados. Los flujos de información en estos experimentos podrán combinar voz, video, y flujos de datos en tiempo real provenientes de los instrumentos, con amplias ráfagas de datos provenientes de simulaciones y fuentes de visualización.

Los experimentos *I-Way* de Supercomputación-95 proporcionaron el primer ensayo a escala nacional de una infraestructura para soporte de los laboratorios virtuales. Los resultados de esta actividad probaron que la idea es realizable y que es posible llegar a objetivos reales científicos en un entorno semejante. Sin embargo, la red *I-Way* era muy frágil y los experimentos simples mostraron también la debilidad de la infraestructura básica de software para la construcción de aplicaciones distribuidas.

Como resultado del trabajo en I-Way algunos nuevos proyectos han comenzado a afrontar el problema de la infraestructura de software a nivel de aplicaciones. Estos proyectos incluyen el ARPA Globus, la DOE Legion y el trabajo Gigabit CORBA.

También están desarrollándose un número de herramientas de programación que usan las infraestructuras que están surgiendo para ayudar a los programadores a diseñar y construir las aplicaciones que se ejecutarán bajo Internet 2. Estas herramientas van desde la administración de recursos de red y planificadores de sistemas operativos a sistemas de objetos distribuidos, permitiendo a los actuales modelos cliente-servidor ser redimensionados a escala hasta alcanzar el nivel necesario para las computaciones descritas más arriba.

A través de una serie de colaboraciones planificadas entre los laboratorios gubernamentales, los programas de la NSF y los proyectos de investigación de la industria y la universidad, la infraestructura de software para la construcción de laboratorios virtuales podría evolucionar a la vez que Internet2 en los próximos años.

[19]

### **3. INTERNET II EN GUATEMALA**

La implementación de Internet II en Guatemala no es una tarea fácil considerando se tiene limitaciones tecnológicas; se requiere una gran inversión y motivación por parte de los futuros clientes. A pesar de que en Estados Unidos es una red de investigación y colaboración entre las universidades es casi seguro que se convertirá en una red comercial como sucedió con Internet. En los siguientes puntos se describe parte de la tecnología de comunicaciones existente en Guatemala y su contribución a mejorar el anhelado ancho de banda.

#### **3.1 Factibilidad de implementación de Internet II en Guatemala**

Las comunicaciones en Guatemala están mejorando, actualmente existe una red digital de cobertura metropolitana que se esta expandiendo hacia los departamentos. Así también existe una red submarina de fibra óptica que viene de *Miami*. A continuación se describen los diferentes medios de comunicación entre computadoras que son posibles en Guatemala.

##### **3.1.1 Tecnología de comunicaciones existente en Guatemala**

En Guatemala existen muchas empresas con necesidades de comunicaciones a nivel metropolitano e incluso a nivel departamental. Muchas de estas empresas utilizan las redes publicas de la empresa Telecomunicaciones de Guatemala y de otras empresas proveedoras de servicios de red que han surgido.

### 3.1.1.1 Red Emergia

Emergia es una empresa con presencia en Latinoamérica, cuenta con la garantía y la solidez del Grupo Telefónica, primer operador en los mercados de habla hispana y portuguesa, y uno de los 10 principales operadores internacionales.

Integrada en Telefónica *International Wholesale Services*, la organización del grupo Telefónica que gestiona todos los servicios mayoristas internacionales de voz, IP, datos, capacidad y la red que los soporta, Emergia ofrece acceso abierto sin restricciones y puerta a puerta a su red de fibra óptica autorestaurada, entre Europa, Latinoamérica y Estados Unidos con la máxima fiabilidad. La rapidez de Emergia en la activación de los circuitos asegura al cliente conectividad donde y cuando se necesita, asegurándole la máxima satisfacción y atención comercial.

Telefónica *International Wholesale Services* gestiona el negocio mayorista de forma global en todos sus aspectos (legales, comerciales, de red, financieros y administrativos) contando, además, con organizaciones locales en todos los mercados donde opera el grupo Telefónica

Entre sus características se encuentran:

- Más de 45,000 kilómetros de cable de fibra óptica proporcionando conectividad entre Latinoamérica, Estados Unidos y Europa.
- Desde 40 Gbps expandible a 1.92 Tbps.
- Autorestauración.
- Acceso abierto y sin restricciones de puerta a puerta.
- Servicio al cliente personalizado con 2 centros de operaciones de red propios que operan las 24h del día, 365 días al año.

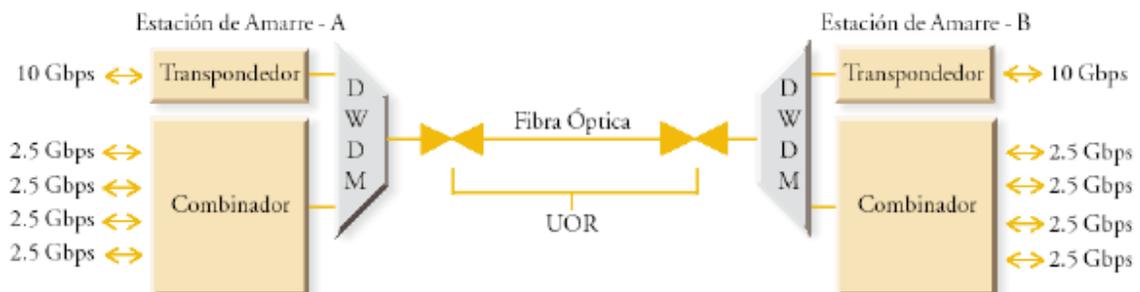
### 3.1.1.1.1 Longitud de onda en *backbone*

El servicio longitud de onda en *backbone* de Emergia proporciona enlaces de ancho de banda a nivel óptico con velocidades de 2.5 y 10 Gbps, entre estaciones de amarre de la red de Emergia, basados en tecnología de Multiplexación Densa por División de Longitud de Onda (DWDM), conforme a las recomendaciones de la ITU.

### 3.1.1.1.2 Arquitectura

La arquitectura de este servicio se muestra en la figura 24.

**Figura 24. Longitud de onda de Emergia**



donde

- **DWDM.** Multiplexación Densa por División de Longitud de Onda (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) para combinar y extraer las longitudes de onda del cliente.

- **UOR.** Repetidor óptico submarino (*Undersea Optical Repeater*) con una ventana

en longitudes de onda capaz de soportar hasta 48 lambdas. Longitud de onda del Cliente.

El servicio Longitud de onda en *backbone* de Emergia permite a los clientes la utilización de sus propios equipos SONET/SDH, ATM o IP en los puntos finales (estaciones de amarre), para así adaptarlos a sus necesidades.

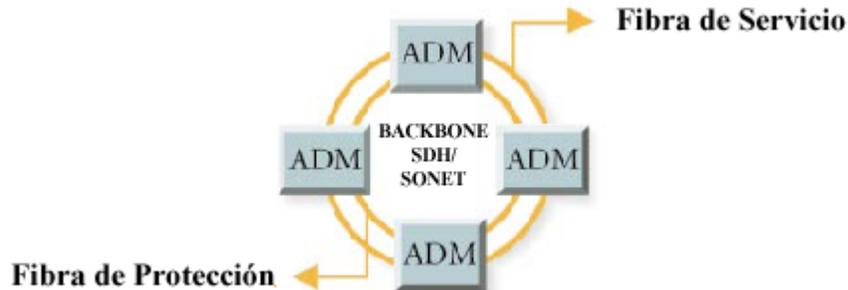
Con el servicio Longitud de onda en backbone de Emergia, los clientes disponen de:

- Capacidad submarina de alta fiabilidad.
- Longitudes de onda de alta transparencia.
- Evita esquemas de protección redundantes.
- Suplemento a su red de fibra oscura.
- Mejor tiempo de acceso al mercado.
- Control y utilización de su red.
- Expansión geográfica.
- Libertad para seguir focalizado en su propio negocio.

### **3.1.1.1.3 Capacidad en backbone**

El servicio de capacidad en backbone de Emergia proporciona circuitos SDH / SONET a través de la red de fibra óptica de Emergia. La red mantiene una estructura unificada a escala regional y global, mediante tecnología SDH/SONET de alta fiabilidad y flexibilidad operativa lo que permite garantizar la provisión del servicio en un plazo mínimo (menos de una semana).

**Figura 25. Fibras de Emergia**



El servicio de capacidad en backbone de Emergia le ofrece las siguientes ventajas:

- **Capacidad / Velocidad.** Aumento de la capacidad de acuerdo a las necesidades del cliente.
- **Flexibilidad.** Ofrece funcionalidad de multiplexación *add and drop* (ADM) soportando interfaces de hasta STM-64. Soporta la configuración de la red en anillo a partir de la integración con los segmentos terrestres. Permite la conexión de productos de distintos fabricantes.
- **Fiabilidad.** En caso de fallo en una fibra o segmento, la transmisión puede ser conmutada a una fibra de protección, o reencaminada en otra dirección. Monitorización permanente de sus circuitos, desde el centro de operación de Emergia, 24x7x365.

[20]

### **3.1.1.2 TOTALCOM S.A.**

TOTALCOM, S.A. es una empresa guatemalteca constituida en 1995, cuyo objetivo principal es la comercialización de productos y servicios relacionados con las telecomunicaciones, habiéndose formado como respuesta a la demanda de servicios de muchas empresas de comunicación de datos, de voz y otros, que necesitan acceder a este tipo de servicios, en lugares en donde no están disponibles, o bien, en forma insatisfactoria.

El sistema de comunicaciones TOTALCOM, S.A. permite enlazar sitios del área metropolitana, zonas adyacentes y ciudades del interior del país, a través de equipos de microondas y radios digitales de alta capacidad, así como enlaces vía satélite.

A través de estos enlaces se cursa tráfico multimedia de servicios empresariales y se inicia el servicio de telecomunicaciones hacia Centroamérica y el resto del mundo por medio de compañías internacionales asociadas.

Los enlaces de Microondas permiten a TOTALCOM, S.A., interconectar las áreas de la Costa Sur, Altiplano Occidental y la Ciudad de Guatemala; los enlaces via satélite conectan varios sitios en el interior del país a un nodo centralizado (*HUB*), ubicado en la Ciudad de Guatemala, donde se tiene el centro de operaciones. Actualmente existen 32 nodos satelitales en funcionamiento y se trabaja diariamente para incrementar su cobertura. La red de TOTALCOM, S.A. es completamente digital y trabaja en protocolo *FRAME RELAY*.

El sistema de comunicaciones de TOTALCOM S.A. se diseñó para ofrecer los servicios de comunicaciones empresariales de datos, telefonía, facsimil, imagen y video conferencia. Siendo planificada su infraestructura, para permitir la expansión del sistema

con el fin de atender la creciente demanda de servicios en el ámbito empresarial e incorporar nuevos servicios para apoyar el desarrollo de las empresas clientes.

#### **3.1.1.2.1 Sistema de Monitoreo**

El sistema incorpora equipo central de monitoreo, configuración, prueba y diagnóstico para los enlaces, canal de servicio telefónico para las diferentes estaciones, unidad de alarmas centralizada y de control remoto, alarmas audibles y visibles para un control total de la Red, sistema que supervisará todo el tramo de un enlace y su nivel de detalle, permitiendo el control hasta la agencia remota del usuario, dependiendo del *router* que tenga conectado.

#### **3.1.1.2.2 Características**

Las principales características de TOTALCOM S.A. son:

- Velocidades reales
- Optimización del canal
- Infraestructura de red digital
- Diagnostico remoto
- Medición del tráfico de la señal
- Utilización de equipo con tecnología de vanguardia
- El equipo cuenta con diferentes etapas de redundancia en la secuencia de equipos

[26]

### **3.1.2 Clientes potenciales**

Dentro de la gran variedad de empresas u organizaciones guatemaltecas existen muchas que desean comunicarse a altas velocidades y con protocolos de seguridad totalmente confiables. Esto es justamente lo que ofrece Internet II, a continuación se mencionan algunos casos.

#### **3.1.2.1 Universidades de Guatemala**

Las universidades del país pueden aprovechar al máximo una conexión a la red Internet II utilizando las aplicaciones que permite, como: teleinmersión, laboratorios virtuales, bibliotecas digitales.

##### **3.1.2.1.1 Universidad de San Carlos**

La Universidad de San Carlos de Guatemala es la más antigua y grande del país, cuenta con diversas Facultades, Escuelas, Centros regionales, Centros de Investigación. Entre las Facultades se encuentran: Ingeniería, Agronomía, Ciencias Médicas, Química y Farmacia, Medicina y Veterinaria. Los Centros regionales son: Centro Universitario del Sur, Centro de Estudios de Mar y Agricultura, Centro Universitario de Suroccidente, Centro Universitario de Oriente. Los Centros de Investigación son: Centro de Estudios Urbanos y Regionales, Centro de Estudios Conservacionistas, Dirección General de Investigación, Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas.

[27]

### **3.1.2.1.2 Universidad del Valle de Guatemala**

La Fundación de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) es una organización no lucrativa y con personería jurídica que patrocina a la Universidad. La organización administrativa y académica de la Universidad esta bajo la responsabilidad de su Consejo Directivo presidido por el Rector. El Consejo Directivo esta integrado por los siguientes miembros: Rector, Vicerrector, Secretario, Director de Estudios, Secretario Ejecutivo de la Fundación de la Universidad del Valle de Guatemala y Asesores.

La Universidad esta constituida por el Colegio Universitario, la Facultad de Ciencias y Humanidades, la Facultad de Ciencias Sociales, la Facultad de Educación y el Instituto de Investigaciones. Cada una de estas unidades comprende departamentos, secciones y programas.

La Universidad del Valle de Guatemala está constituida por cinco unidades académicas, cada una dirigida por un Decano:

- Colegio Universitario
- Facultad de Ciencias y Humanidades
- Facultad de Ciencias Sociales
- Facultad de Educación
- Instituto de Investigaciones

Las cuatro primeras unidades atienden la docencia que imparte la Universidad para las diferentes carreras. Por su parte, el Instituto de Investigaciones realiza y coordina trabajos de investigación que se desarrollan en la Universidad del Valle de Guatemala.

[28]

### **3.1.2.1.3 Universidad Rafael Landívar**

La Universidad Rafael Landívar (URL) es una institución privada de educación superior, iluminada por los valores cristianos, y en el espíritu de la tradición educativa jesuítica al servicio público guatemalteco. Goza de independencia para el desempeño de sus funciones y de plena capacidad jurídica. La URL mantiene una estrecha colaboración con las Universidades Centroamericanas de Nicaragua y El Salvador.

La URL es la institución de educación privada más grande en Centroamérica con 21,033 alumnos y 1,802 profesionales de los claustros académicos (decanos, directores de carreras, coordinadores académicos y profesores honorarios). Por su sistema de sedes y los alcances de sus institutos, la URL tiene un alcance nacional, cubriendo la mayoría de departamentos de Guatemala. Las coordinaciones de las sedes regionales se encuentran en: Antigua Guatemala, Coatepeque, Escuintla, Huehuetenango, Jutiapa, Quiché, Retalhuleu, Verapaces, Zacapa.

Entre las facultades de la URL se encuentran: Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Facultad de Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, Facultad de Humanidades, Facultad de Ingeniería, Facultad de Teología. La Dirección de Investigación de la URL cuenta con los siguientes Institutos: Instituto de Agricultura y Recursos Naturales, Instituto de Musicología, Instituto de Investigaciones Jurídicas, Instituto de Lingüística y Educación, Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales.

[29]

#### **3.1.2.1.4 Universidad Francisco Marroquín**

La misión de la Universidad Francisco Marroquín es la enseñanza y difusión de los principios éticos, jurídicos y económicos de una sociedad de personas libres y responsables. Entre sus Facultades se encuentran:

- Arquitectura
- Contaduría Pública y Auditoría
- Ciencias Económicas
- Ciencias Sociales
- Derecho
- Escuela Superior de Economía y Administración de Empresas
- Estudios Políticos y Relaciones Internacionales
- Medicina
- Nutrición
- Odontología
- Psicología

[30]

### **3.1.2.2 Ministerio de Educación**

Actualmente esta institución tiene una red local en la ciudad capital que se comunica con ocho sedes departamentales por medio de líneas conmutadas y dedicadas. Además tienen cuentas de Internet en cada sede y piensan instalar su propio nodo de Internet complementado con una Intranet en la sede central. Todo esto con la posibilidad de introducir Internet en los propios centros educativos de la república.

El Ministerio de Educación tiene muchos problemas de transmisión de datos por medio de líneas conmutadas; la transmisión de archivos es bastante irregular a menos que estos sean muy pequeños. El crecimiento de la información que necesitan manejar las sedes departamentales esta haciendo totalmente obsoletas las líneas conmutadas. Además el Ministerio de Educación es una de las instituciones más grandes de Guatemala y Centroamérica.

El Ministerio de Educación tiene una red, en la planta central de la zona 10, con un Backbone de fibra óptica de 10/100 Mbps con un respaldo de cable FTP (como se muestra en la figura 26), la cual utilizara para comunicarse con sus sedes por medio ruteadores Cisco-3600 y la red DATALINK. Estas líneas tienen dos canales de voz y una de datos conectadas a una planta telefónica de tal forma que para comunicarse con alguna sede departamental se tome como si fuera una extensión telefónica normal.

Figura 26. Topología de red del Ministerio de Educación



## **3.2 Estudio de costos de implementación**

### **3.2.1 Costo de implementar una vBNS**

La empresa *Cisco Systems* fue la primera corporación del proyecto Internet II y hasta la fecha ha colaborado con más de 10 millones de dólares en equipo para el desarrollo de dicho proyecto. El *Dartmouth College* hizo una investigación acerca del proyecto Internet II y estimó que el presupuesto para dicho proyecto ascendía a \$535,248 durante dos años, de los cuales \$300,000 fueron solicitados a la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF). Los costos están estimados en base al presupuesto de las universidades de Hannover y New Hampshire directamente con el punto de acceso de MCI en Charlton. A la fecha esos costos son los más bajos posibles. La universidad de Columbia Británica en Canada implementó un *Gigapop*; la tabla 2 muestra los costos estimados del equipo, mano de obra, mantenimiento y operación. [21]

**Tabla II. Costos estimados de un Gigapop en la Universidad de BC**

<b>COSTOS DIRECTOS DEL GIGAPOP</b>			
	<b>97-98 Cost</b>	<b>98-99 Cost</b>	<b>Total Cost</b>
<b>Costos del equipo</b>			
Cisco 7507 Router (Tier A)	\$160,000	\$0	\$160,000
Cisco 7200 Router (Tier B)	\$60,000	\$0	\$60,000
Cisco 1010 Lightstream ATM Switch	\$75,000	\$0	\$75,000
Server (Web Caching)	\$35,000	\$0	\$35,000
Server (6BONE, MBONE, other services)	\$20,000	\$0	\$20,000
<i>Total Equipo</i>	\$350,000	\$0	\$350,000
<b>Costos de instalación</b>			
Machine Room Gear (racks, UPS, etc).	\$5,000	\$0	\$5,000
Mano de obra	\$14,700	\$0	\$14,700
<i>Total Installation Costs</i>	\$19,700	\$0	\$19,700
<b>Costos de mantenimiento y operación</b>			
Network Operations and Facilities	\$50,000	\$50,000	\$100,000
Equipment maintenance (20% of list)	\$70,000	\$70,000	\$140,000
<i>Total Yearly Maintenance and Ops Costs</i>	\$120,000	\$120,000	\$240,000
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>	\$489,700	\$120,000	\$609,700
Costo actual del equipo	\$297,500	\$70,000	\$367,500
<b>CONTRIBUCIONES AL PROYECTO</b>			
<u>Contribucion directa de BCnet</u>			
Descuentos (35%)	\$122,500	\$0	\$122,500
Installation Contribution (50% of labour)	\$7,350	\$0	\$7,350
Operations and Facilities Contribution (50%)	\$25,000	\$25,000	\$50,000
<i>Total BCnet Direct Contributions</i>	\$154,850	\$25,000	\$179,850
<u>Contribucion indirecta de BCnet</u>			
University node equipment (4 sites)	\$100,000	\$0	\$100,000
University node equipment maintenance	\$20,000	\$20,000	\$40,000
University Network (30% of cost)	\$72,000	\$72,000	\$144,000
Gigapop local loop	\$60,000	\$60,000	\$120,000
<i>Total BCnet Indirect Contributions</i>	\$252,000	\$152,000	\$404,000
<i>Total de contribuciones de Bcnet</i>	\$406,850	\$177,000	\$583,850
<b>contribucion de CANARIE</b> ( Costos Directos menos Contribuciones Directas)	\$334,850	\$95,000	\$429,850
<b>TOTAL CONTRIBUCIONES AL PROYECTO</b>	\$741,700	\$272,000	\$1,013,700
<i>CANARIE Percentage Multiplier</i>	122%	186%	136%

### **3.3 Posibles empresas involucradas en la implementación**

Dentro de todas las empresas que actualmente proveen el servicio de Internet en Guatemala pocas tienen la tecnología y el capital suficiente como para llegar a ser un proveedor de Internet II; sin embargo existen empresas que poseen redes de fibra óptica en el ámbito metropolitano y con capacidad de expansión hacia el interior de la república.

#### **3.3.1 Investigación de empresas interesadas en Internet II**

A continuación se describen las principales empresas proveedoras de servicios de red en Guatemala.

##### **3.3.1.1 Telefónica**

La División Empresas de Telefónica Guatemala es la encargada de investigar, diseñar y desarrollar soluciones de comunicación modernas para las grandes empresas guatemaltecas.

###### **3.3.1.1.1 Enlaces nacionales**

Permiten interconectar todas las oficinas geográficamente dispersas, sus proveedores, distribuidores o los mismos clientes sobre la infraestructura de Telefónica Guatemala, trabajando como si fuese una sola. Entre sus características están:

- **Implementación de Extranets:** ser visible para cualquier usuario que se encuentren conectados a la Red IP de Telefónica Empresas, tanto de modo conmutado por medio del servicio InfoVía, como permanente, por medio de otro IP Básico.

- Usuarios con acceso permanente a la Red IP, desde el momento que dispongan del servicio IP Básico.

El servicio IP Corporativo tiene como finalidad ofrecer un servicio de interconexión de redes de área local (LAN/RAL), usando como soporte la red de datos de Telefónica Empresas, permitiendo la comunicación entre las diferentes sucursales de su institución que se hallen conectadas a dicha red de forma permanente. Además se permite la comunicación hacia el Centro de Asistencia Técnica de la Red IP, esto con el objetivo de poder administrar y monitorear los equipos en la oficina del cliente en tiempo real y de modo permanente.

#### **3.3.1.1.2 Enlaces internacionales**

Con el servicio de enlaces internacionales de Telefónica Empresas los clientes podrán conectarse a Estados Unidos, El Salvador, México, Brasil, Argentina y otros países. Con el sistema de la más alta capacidad en Sudamérica y América Central, el cual ofrece redundancia, disponibilidad y velocidad en sus enlaces.

#### **Características del servicio:**

- Enlaces internacionales de alta disponibilidad
- Velocidades iniciales desde 64 kbps hasta cuanto necesite
- Acceso directo a la exclusiva y privada Red de Datos Internacional de Telefónica
- Técnicos altamente calificados.
- Servicio técnico 365 días al año, 24 horas al día

### **3.3.1.1.3 Enlaces Dedicados a Internet**

InfoInternet, el acceso dedicado a Internet de Telefónica Empresas, está dirigido a organizaciones que requieran un acceso permanente a Internet y desean adquirir un acceso de alta calidad, mayor disponibilidad y velocidad a través de un medio confiable y rápido. Telefónica Empresas cuenta con una red de transporte conformada por un anillo local de fibra óptica y enlaces de fibra óptica desde Telefónica Centroamérica hasta el anillo de Internet en Miami.

#### **VENTAJAS DEL SERVICIO INFOINTERNET**

- El acceso a Internet de Telefónica Empresas es el de mayor caudal en el país y está conectado directamente al anillo de Internet en USA a través de enlaces de fibra óptica. Esto permite que su acceso a Internet sea más rápido, ya que elimina los segmentos satelitales utilizados tradicionalmente y así aprovecha al máximo el caudal de su enlace (promedio menor a 100 milisegundos).
- Telefónica Empresas posee un esquema de redundancia que permite garantizar la disponibilidad de los servicios a sus clientes a través de un anillo de fibra óptica submarino entre Guatemala y Miami. En caso de falla de una fibra o segmento, la transmisión puede ser reencaminada en otra dirección a través del anillo, ofreciendo mayor seguridad y disponibilidad a sus enlaces.
- La oferta del servicio se realiza de forma integrada e incluye todos los elementos necesarios para que el cliente pueda conectarse a Internet. Telefónica Empresas le recomienda al cliente poner un firewall para la protección de su sistema e información, y al mismo tiempo puede brindarle asesoría en la elección de este.

- Gestión: Telefónica Empresas cuenta con un Centro de Gestión de Red IP (CGR), con recursos dedicados exclusivamente a la Red IP, que proporciona atención 24 horas al día y 365 días al año.

[31]

### **3.3.1.2 GBM**

GBM es el representante y nodo de comunicaciones para todos los países de Centroamérica, Panamá y República Dominicana de la red mundial de IBM, IBM Global Network (IGN), por medio de la cual se pueden ofrecer servicios de interconectividad mundial. La red mundial de IBM tiene presencia en más de 850 ciudades en el mundo, distribuidas en más de 100 países a los cuales se puede establecer comunicación por enlaces de alta velocidad.

Los Servicios de Red de GBM Incluyen:

1. Servicios de Redes de Datos. (*Managed Data Network Services*).
2. Servicios de Transacciones Electrónicas.
3. Servicios Colaborativos y Mensajería Electrónica.

El servicio de administración de redes proporciona servicios esenciales de conectividad TCP/IP, SNA y multiprotocolo; gestión de redes y cambios, y características de seguridad que facilitan el enlace con empleados locales o que se encuentran en otros lugares, así como con clientes y socios comerciales. Los Servicios GBM/IBM de Redes de Datos proporcionan ayuda para el diseño, la instalación e incluso la configuración de redes en ubicaciones geográficamente distantes.

{PRIVATE}Características principales:

- Acceso a aplicaciones de redes privadas para empleados que se encuentran fuera de la oficina o aquellos trabajadores que viajan con frecuencia.
- Alcance global con soporte local y un solo punto de contacto. Más de 1.100 puntos de representación en 52 países.
- Acceso a otras redes de todo el mundo.

### **Diseño e Implementación de Cableado Estructurado**

Los sistemas de Cableado de GBM poseen los estándares de la industria de Cableado Estructurado (EIA/TIA, CCITT, ISO, etc), cables categoría 5, *unshielded twisted pairs*, *shielded twisted pairs*, *foiled twisted pairs*, fibra óptica mono-modo y multi-modo, etc. Dispositivos de soporte y protección, conectores, *patch cables*, *wallplates*, *patch cords*, *patch-panel*, *racks* abiertos y gabinetes.

### **Diseño e Implementación de Redes de Area Local (LAN)**

Los Servicios GBM de Diseño de Redes de Area Local (LAN) son servicios especialmente diseñados para utilizarse en componentes de equipos de telecomunicaciones marca IBM, CISCO, Motorola o 3COM.

GBM dispone de una amplia gama de componentes de Red de Area Local para su configuración adecuada (equipos, programas y protocolos), producidos todos por empresas líderes tecnológicamente y de reconocido prestigio mundial, con las cuales GBM ha hecho alianzas estratégicas, los cuales podremos mencionar:

- *Transceivers*
- Concentradores
- *Hubs*
- *Switches ethernet y token-ring*
- *Software* para administración de Redes y Sistemas LAN

- Sistemas operativos de red ( NT, *Novell*, *Lan Server*)
- Intranet (Intranotes )
- Interoperabilidad de diferentes protocolos (TCP/IP, SPX/IPX, SNA, Netbeui, etc)
- Redes *Ethernet*, *FastEthernet*, *Token-ring*, FDDI, ATM.
- Cableado Estructurado

GBM cuenta con un cuerpo de ingenieros de internetworking con cobertura en toda Centroamérica, Panamá y República Dominicana.

### **Diseño e Implementación de Redes de Area Amplia (WAN)**

#### **Servicios GBM de Diseño de Redes de Area (WAN), Internet e Intranet**

Dentro de los componentes que GBM integra a una solución a la medida podemos mencionar:

- Redes *Frame Relay* y ATM (*Cascade*)
- *Routers*, *bridges* y *access servers* (Cisco, Motorola)
- *Software* para administración de Redes y Sistemas WAN (CiscoWorks, *CascadeView* y otros)
- Modems analógicos y digitales (CSU/DSU), sincrónicos y asincrónicos (*Motorola*, IBM)
- Comunicaciones inalámbricas *spread spectrum* (*Solectek*)
- Utilización de medios físicos como fibra óptica, microonda, cable, radio y satélite
- Múltiples protocolos de comunicaciones (TCP/IP, SNA, *Netbeui*, IPX, *Decnet*, *Appletalk* y otros)
- *Firewalls* para Internet
- Productos Internet e Intranet

## **GBnet**

### **Servicios de Comunicaciones**

#### **Antecedentes y situación actual**

En 1991/1992, la estrategia de IBM llevó a crear una compañía que se encargara de las operaciones de IBM en Centro América, Panamá, República Dominicana y Haití. De esta forma, es que nace GBM como distribuidor exclusivo de los productos y servicios de IBM en la región.

GBM invirtió e implantó toda la infraestructura de Comunicaciones en toda la región con presencia y acceso local en siete de los nueve países, y soporte en los otros dos por medio de enlaces con los países adyacentes. Esta red está conectada a la red de IBM “IBM Global Network”, la cual fue vendida a la compañía AT&T y renombrada como AGNS (AT&T Global Network Services) con el fin de proveer alcance global a toda empresa que necesite acceso dentro y fuera de la región.

En adición a que GBM vendiera una cantidad substancial de su propia red de servicios con y entre los países de la región, en 1996 IBM anunció la suma de estos nueve países como parte integral de su infraestructura global.

En diciembre de 1999, GBM minimiza su función como dueño y administrador de la red, firmando un acuerdo de comercialización con GBnet Corp., una compañía de Convergence Communications, Inc. (CCI), una compañía que se dedica a operar redes de telecomunicaciones de banda ancha en América Latina. El acuerdo otorga la total propiedad de los servicios y la operación de la red a GBnet Corp.

*Convergence Communications Inc. (CCI)*, es una compañía pan-regional de telecomunicaciones, la cual es dueña y opera redes de banda ancha basadas en el protocolo TCP/IP en áreas metropolitanas en toda Latinoamérica. La compañía ofrece

un menú “one-stop” de telecomunicaciones, servicios de datos e Internet a negocios y a consumidores. La compañía tiene más de 10,000 kilómetros de cable de fibra óptica y provee el servicio de “última milla” a través de una variedad de tecnologías, las cuales incluyen cable de fibra óptica, cable híbrido de fibra coaxial y conexiones fijas inalámbricas de ancho de banda. La compañía sirve a más de 33,000 clientes y actualmente tiene operaciones en Centroamérica, México, Panamá, Venezuela y República Dominicana.

### **Servicios que le ofrece GBnet**

Los servicios de GBnet cubren soluciones desde interconexiones de telecomunicación básicas hasta integración especializada de redes, como lo es la Electronic Banking Network (EFT, ACH) o Electronic Data Processing (EDI).

### **Los servicios de GBnet cubren cinco grandes grupos**

- Servicios de Comunicaciones de Valor Agregado (Network Outsourcing)
- Servicios Globales de AT&T
- Servicios de Internet
- Acceso a Internet vía línea dedicada o conmutado (Dial-up)
- Presencia en Internet (Diseño de páginas *web* y *web hosting*)
- Aplicaciones de *e-business* (ej. *Home Banking*, *EFT Services*, EDI)
- Diseño e implantación de redes WAN

El alcance regional de GBnet incluye puntos de presencia (POPs) en cada país centroamericano, Panamá, República Dominicana, México, Venezuela y Miami, Estados Unidos. Asimismo, ofrece servicios nacionales en cada país de la región. En adición, GBnet provee servicios de nivel global e internacional a través de AT&T Global Network (AGNS), la cual está presente en América del Sur, Estados Unidos, Canadá, Europa, Asia y Africa.

Los servicios de aplicación como EDI (Electronic Data Interchange), correo electrónico, EFT (Electronic Funds Transfer) también están disponibles actualmente.

### **La infraestructura de GBnet**

GBnet está presente en todos los países de Centro América, República Dominicana y Miami, Estados Unidos. La red de comunicaciones regionales tiene su Hub en Miami. GBnet tiene múltiples enlaces Internacionales, canales de satélite y enlaces de redundancia terrestre.

La infraestructura de la red tiene más de 60 *switches* y enrutadores que utilizan el protocolo Frame Relay, TCP/IP, SNA y otros protocolos soportados por un NOC (Network Operations Center) en Miami y El Salvador.

Cada punto local de presencia (POP) tiene una infraestructura de comunicaciones capaz de manejar un amplio número de servidores conmutados o dedicados. De acuerdo a sus funciones, los componentes de GBnet Network pueden ser categorizados de la siguiente manera:

- Integración de sistemas *Software* y *Hardware*
- Transporte y Transmisión de Componentes
- Interfaces de comunicación de datos
- Componentes de procesamiento

### **Aplicaciones de GBnet**

Dentro de las principales aplicaciones de la industria en que GBnet ofrece soluciones se encuentran:

- Acceso a Internet
- Presencia en Internet (diseño de páginas *web* y *web hosting*)
- Correo electrónico
- Autorización de tarjetas de crédito
- Transacciones de punto de ventas
- Conexión de sucursales remotas a oficinas centrales
- Intercambio Electrónico de Datos (EDI)
- Consulta a Bases de Datos
- Servicios de Mensajería
- Publicaciones Electrónicas y Distribución de documentos
- Transmisión de RealAudio y *chat rooms* interactivos en Internet

### **Soluciones y Beneficios de GBnet**

Dentro de las soluciones que GBnet provee se encuentran:

- Integración y administración de redes de comunicación de datos, lo que incluye conversión de protocolos, integración e incriptación de sistemas heterogéneos de comunicación de datos.
- Acceso a data técnica e informativa 24 horas al día, a través de Internet o facilidades de Intranet.
- Administración de la red a través de múltiples centros de recolección de datos situados en cada ciudad capital centroamericana, de República Dominicana, México y Venezuela, monitoreada por NOC (Network Operations Center) en *Miami*, Estados Unidos y El Salvador. [23]

### 3.3.1.3 TELERED

Es una compañía de telecomunicaciones que se dedica a prestar servicios de transmisión de datos, voz e imágenes a clientes empresariales por medio de la red de fibra óptica más grande de Guatemala y Centroamérica, con cobertura a nivel nacional (más de 2500 Kms.) que garantiza un nivel de disponibilidad de 99.6% las 24 horas de los 365 días del año. Además tiene interconexiones con redes en el extranjero que le permite una comunicación eficiente a nivel internacional.

TeleRed se ha posicionado como líder proveedor de servicios privados de transmisión de información atendiendo exclusivamente al segmento de mercado industrial. Las más importantes organizaciones del país están utilizando la red privada de Telered para múltiples aplicaciones, servicios y usos. En muchos casos los usuarios utilizan grandes anchos de banda, altas velocidades de transmisión e independibilidad que los diferencia de su competencia. La compañía posee dos estrategias competitivas claves con las cuales sirve al mercado empresarial.

La primera, es poseer y operar la red mas extensa, sofisticada y avanzada para el transporte de información del mercado comercial. La red digital de Telered fue específicamente diseñada y construida para el uso comercial.

Dentro de ella puede acomodarse un gran número de usuarios, incluyendo líneas dedicadas de alta velocidad, enlaces *Frame Relay* y servicios intermedios, gracias a su capacidad por usar 100% fibra óptica. Para sus usuarios la red es particularmente confiable ya que es totalmente redundante en su arquitectura principal valiéndose de lo más avanzado en tecnología de multiplexación y ruteo.

Si una conexión no puede viajar a través de una ruta es automáticamente enrutada por otra alterna garantizando su eficiente transmisión.

### **Ventajas de la Red**

- 100 % fibra óptica en la ciudad de Guatemala (800 Kms.)
- Unica empresa en Latinoamérica que ofrece "Fiber to the office" en su red MAN
- Cobertura total en la ciudad capital
- 100% red digital nacional e internacional
- Cobertura en el 80% del territorio nacional
- Monitoreo y administración de la red desde nuestras oficinas centrales 24x7
- Diversidad de rutas de redundancia (hasta triple redundancia en algunos casos)
- Múltiples opciones de servicios en diversas arquitecturas

La segunda estrategia competitiva es ser una compañía enfocada al mercado corporativo. El objetivo de Telered es crear un portafolio de servicios que permita a los clientes desarrollar aplicaciones para comunicaciones digitales. Gradualmente, las aplicaciones son cada vez más específicas, elaboradas y avanzadas, integran más que sólo la transmisión de datos, por lo que requieren de servicios de red que avancen al paso de la tecnología y que además ofrezcan servicios de valor agregado . En los últimos años, Telered se ha posicionado como compañía pionera y ha introducido al mercado de Guatemala una mezcla de servicios en alianza con líderes mundiales en producción de equipos para seguir ubicándose en el futuro como líder en su categoría de servicios.

### **Alianzas estratégicas**

Alianzas que permitan a las compañías compartir y construir sobre la experiencia tecnológica son vitales en la era de la información. En los últimos años, Telered ha creado alianzas con un buen número de compañías líderes en su mercado. Tal es el caso de sus proveedores, (*NEWBRIDGE, MULTIPOINT, NEC, HUGHES, SIEMENS*) Clientes (*AT&T, worldexchange, comcel, Protel*) y aliados estratégicos (*Sprint, Deutsche Telekom, France Telecom, ATSI, Telmex.*)

Liderazgo en servicios: con la introducción de sus servicios multi-megabit, Telered es la primera empresa en el ámbito nacional en ofrecer a sus usuarios opciones de crecimiento desde enlaces dedicados de baja velocidad hasta varios megabits en diferentes arquitecturas o topologías de red. Desde 9.6 Kbps hasta 1 E3 (el equivalente a 512 líneas de 64 Kbps).

En adición, Telered ofrece opciones de precios flexibles acorde a sus necesidades de ancho de banda, lo que permite a las compañías desarrollarse gradualmente y hacer uso total de la capacidad de sus enlaces.

Telered es la primera en incluir dentro su cartera de servicios, opciones que incluyen: Arquitectura Frame Relay, ATM (Lan to Lan), transmisión de voz sobre redes privadas, voz sobre frame relay, acceso directo a Internet, enlaces internacionales (IBS), videoconferencia, televigilancia, etc.

### **Mezcla de servicios**

Los servicios de Telered le permiten al usuario transmitir eficientemente datos, voz, video e imágenes simultáneamente, a través de la red privada más extensa y robusta disponible en el mercado. Con velocidades desde 9,6 Kbps hasta 32 Mbps. No importando cual sea su necesidad y ancho de banda, Telered provee a sus usuarios con un sistema accesible, avanzado y confiable para transmitir o recibir todo tipo de información en su organización. Sin retardos innecesarios, sin desvíos, sin intermediarios, usted determina sus necesidades, Telered le ofrece la solución.

Todos los enlaces corporativos, líneas y sistemas Locales, nacionales e internacionales son acompañados por un amplio soporte técnico y administración monitoreo las 24 horas todos los días del año.

***Synchrolink***: Enlaces digitales para transmisión de datos. el servicio *Synchrolink* le permite al usuario a mantenerse en conexión constante con su más importante cliente, proveedor o sucursales propias. No importa la aplicación que este determine para su uso, los enlaces digitales de Telered son completamente transparentes y flexibles. Asimismo, se ofrece topología punto a punto (TDM), (ATM), punto a multipunto, Relevó de Tramas (FR), El canalizado, etc.

***Linesaver***: Adicionados a los enlaces de datos o separados, los enlaces Linesaver le permiten al usuario crear una red privada para transmisión de voz. Nuevamente La arquitectura de esta red es transparente para la red de Telered y le da una mejor calidad a su transmisión de voz por tratarse de sistemas 100% digitales. Con solo marcar una extensión del PBX el usuario podrá comunicarse a sitios remotos, tanto locales, en el interior de la república e internacionales, con servicio en línea sin preocuparse del tiempo al aire. Gracias al desarrollo de nuevas generaciones de equipo de ruteo, ha sido posible crear redes para transmisión de voz sobre *FRAME RELAY*.

***GlobaLink***: *Telered* se ha dado cuenta de la importancia de muchas empresas locales por extender sus operaciones internacionalmente. También comprende la importancia de seleccionar el mejor carrier para sus comunicaciones tanto locales como de larga distancia. Es por eso que muchas organizaciones han confiado en Telered para extender sus comunicaciones alrededor del mundo, haciéndolo a través de un solo proveedor que posee la infraestructura y las conexiones para realizarlo. Sin la necesidad de intermediarios locales, *Telered* ofrece las más accesibles opciones para las comunicaciones internacionales a sus usuarios.

(*TIME DIVISION MULTIPLEX*) Enlaces transparentes punto a punto desde 9.Kbps hasta varios Mbps. El sistema convencional de redes privadas que de manera sencilla le permite comunicación en línea de alta disponibilidad.

En 1996 Telered introduce a Guatemala el sistema de Frame Relay para transmisión de datos y a la fecha aún sigue como líder en la sub-categoría de este servicio. Con opciones desde 8 Kbps hasta 1E1 TELERED ofrece alternativas más eficientes y de acuerdo a sus necesidades a través de redes virtuales. (*ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE*) TELERED con su servicio de ATM ofrece alta velocidad, bajo retraso, alto tráfico y alta calidad. [24]

#### **3.3.1.4 INSTARED**

*Instared* es una empresa comerciante de Internet y se encuentra ubicada como uno de los mayoristas más importantes de ancho de banda en Guatemala, orientada a ser el mayor proveedor de ancho de banda en el ámbito centroamericano. Actualmente *Instared* cuenta con un total de 45 Mbps de ancho de banda el cual provee servicio de interconexión a la mayoría de proveedores de Internet de Guatemala, así como a clientes comerciales, corporaciones y entidades educativas como lo son: Terra, Quik Internet, BANCARED y su conglomerado de bancos, Bell South, Cervecería Centroamericana, Prensa Libre, Siglo XXI, Malher, EGGSA, Hotel Camino Real, Universidad del Valle de Guatemala, y otras entidades educativas. *Instared* trabaja con un sistema de conectividad de máxima redundancia, lo cual implica no tener ningún factor de compresión entre su nodo y el punto de presencia del *backbone* de Internet.

##### **3.3.1.4.1 Servicios**

Los servicios que ofrece *Instared* son de conectividad para pequeñas y grandes empresas con necesidades de conectar una red de computadoras a través de un enlace permanente a Internet o a otra red de computadoras (enlace local, punto a punto), para lo cual se asigna cierta capacidad dependiendo de las necesidades de conectividad de cada empresa.

#### **3.3.1.4.2 Configuración de servidores**

Instalación y configuración de servidores con servicios de página *web* y/o correo electrónico en sistemas operativos *UNIX* y *Windows* NT.

#### **3.3.1.4.3 *Hosting***

Utilización de los servidores de *Instared* para la publicación de páginas *web* en Internet. También se refiere a la utilización de los servidores para el intercambio de correo electrónico.

#### **3.3.1.4.4 Registro y publicación de dominios**

Adquisición de nombres únicos y exclusivos en Internet de la forma *www.empresa.com* o *www.empresa.com.gt*. Este dominio es registrado ante las entidades internacionales que los administra y es configurado y manejado por un servidor de dominios de la red local de *Instared*.

#### **3.3.1.4.5 VPN (*Virtual Private Network*)**

Este es un servicio de diseño e implementación de redes virtuales privadas. Se implementa al configurar vía *software* y *hardware* la comunicación privada y encriptada a través de una red pública (ej. Internet) que permite el intercambio de datos, sonido e imágenes entre grandes empresas, oficinas, clientes, y proveedores a través del mundo.

#### **3.3.1.4.6      *Web Ready Building***

Es un servicio especialmente diseñado para clientes cuyas oficinas se encuentran dentro de un edificio. Se trata de una conexión de alta velocidad con enlace dedicado por edificio, en la que del punto central se realiza un cableado hacia todas las oficinas.

Esta conexión permite conectar permanentemente a los clientes a Internet sin utilizar líneas telefónicas y por tiempo ilimitado, siendo un servicio más estable y confiable que el cable modem.

#### **3.3.1.4.7      **Otros servicios****

Los siguientes son otros servicios proporcionados por Instared: enlaces dedicados a Internet con velocidades entre 64 Kbps y 2 Mbps, redes WAN en la misma ubicación geográfica o en otros países, VOIP (Sistema de voz a través de datos), videoconferencia, medidores de ancho de banda en línea, cuentas discadas para acceso telefónico a Internet.

[25]

## 4 CONEXIÓN DE UNIVERSIDADES A REDES DE ALTA VELOCIDAD

Las universidades e instituciones educativas guatemaltecas tienen la oportunidad de conectar sus redes con Norteamérica y Europa por medios de programas y proyectos existentes en estas regiones. A continuación se mencionan dos propuestas de conexión a redes de alta velocidad.

### 4.1 Proyecto AMPATH

La red de *AmericasPATH* (AMPATH) es un proyecto de FIU (*Florida International University*) en colaboración con *Global Crossing* (GC). Utilizando la red terrestre y de fibra óptica submarina de GC, AMPATH interconectará las redes de educación e investigación en el América del Sur, Central, el Caribe y México a las redes de investigación y educación de los EEUU y fuera de los EEUU vía la red *Abilene* de Internet2.

AMPATH utiliza las redes de fibra óptica submarina y terrestre de *Global Crossing* para interconectar las redes de investigación y educación de cada país que participe a las redes de Internet2 y el Internet de la generación siguiente (NGI) en los EEUU y otros países. El propósito del proyecto de AMPATH es permitir que los países que participan contribuyan a la investigación y al desarrollo de las aplicaciones para el adelanto de tecnologías de Internet. El proyecto de AMPATH intenta avanzar la meta del proyecto Internet2 de animar y de permitir el desarrollo de las aplicaciones avanzadas de la red. La misión de AMPATH es servir como el camino para el establecimiento de una red de investigación y educación en las Américas y al mundo.

Como su contribución al proyecto de AMPATH, *Global Crossing* donará a cada país que participa en el proyecto de AMPATH una conexión de capacidad DS3 en su red por un período de tres años. El DS3 donado será utilizado para conectar las redes de

investigación y educación de cada país que participe con el punto de presencia de AMPATH (POP) en *Miami*. El propósito primario del DS3 donado es interconectar redes de investigación y educación de cada país que participe, a las redes de investigación y educación de los EEUU y fuera del EEUU vía Internet2. *Cisco Systems* ha donado un *router* GSR 12012 y *Lucent Technologies* donó un interruptor ATM CBX-500 para avanzar la implementación de AMPATH.

La participación del proyecto de AMPATH se establece con un memorándum de entendimiento entre un participante del proyecto y la universidad internacional de la Florida. Los participantes del proyecto deben firmar un acuerdo de interconexión con *Abilene* para conectar con la red de Internet 2. Además, los participantes del proyecto, al conectarse con la red de *Abilene* tendrán la opción de participar en el servicio *International Transit Network* (ITN) de *Abilene*.

A través de acuerdos mutuos con organizaciones similares alrededor del mundo, Internet 2 está estableciendo los lazos que ayudarán a asegurar la interoperabilidad global de redes avanzadas y permitir la colaboración entre los investigadores de Estados Unidos, facultades y estudiantes. [32]

#### **4.1.1 Solicitud de información de AMPATH**

Dentro del sitio de Internet del proyecto AMPATH (<http://www.ampath.fiu.edu>) existe una forma de solicitud de información sobre los proyectos que han sido implementados o serán implementados en el futuro con colaboradores internacionales en los Estados Unidos, Centro y Sur América, México, el Caribe, Canadá, el Pacífico, Asia o Europa.

El objetivo es identificar universidades y centros de investigación educativas en Centro y Sur América, México, y el Caribe, el área de servicio de AMPATH, que podrán beneficiarse de una red de alta capacidad que conectara instituciones educativas y de investigación en los Estados Unidos y el mundo entero. Los organizadores de AMPATH están solicitando información sobre aplicaciones que puedan ser servidas por

la red de alta capacidad AMPATH. Esta solicitud se dirige a usuarios mediante membresía o por medio de colaboración con investigadores educativos en el área de servicio de AMPATH (potencialmente, el mundo entero).

El trafico de AMPATH será agregado en *Miami* antes de ser dirigido a STAR TAP, centro de redes del Internet de nueva generación (NGIX) fundada por NSF en *Chicago*, o puede ser dirigido a *Abilene*, la red de Internet 2. La información sometida mediante esta solicitud, ayudara a definir y justificar la infraestructura entre los Estados Unidos y el área de servicio de AMPATH a las agencias y corporaciones privadas, fundadoras en los Estados Unidos. La información solicitada es la siguiente:

- Título del proyecto
- Contactos (individual, institución, país, correo electrónico)
- Posibles colaboradores
- Sitio de Internet del proyecto
- Descripción de la aplicación
- Tipo de aplicación
- Información de la red a conectarse
- Tipo de conexión
- Comentarios adicionales

[33]

#### **4.1.2 Ejemplo de registro a Internet 2**

La Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI), surge a partir de la iniciativa de 7 de las universidades más grandes de México, interesadas en trabajar en proyectos de investigación conjunta (tanto a nivel nacional como internacional). El objetivo fue crear un organismo que tuviera personalidad jurídica semejante a la de organismos internacionales dedicados a coordinar los trabajos de Internet 2 a nivel internacional.

El 20 de mayo de 1999, en la ciudad de San Diego, California, representantes de CUDI firman dos importantes Memorándums de Entendimiento con dos de las más importantes corporaciones universitarias que promueven y coordinan la disponibilidad de redes avanzadas para aplicaciones de investigación y educación en la Unión Americana, las cuales colaborarán conjuntamente con CUDI en el desarrollo de tecnologías y aplicaciones de la nueva generación de Internet. Estas corporaciones son:

- University Corporation for Advanced Internet Development (UCAID)  
<http://www.ucaid.org/>
- Corporation of Education Network Initiatives in California (CENIC)  
<http://www.cenic.org/>

A continuación se muestra la solicitud de registro:

## Solicitud de Registro de Proyecto para uso de Internet-2

<b>Institución</b>	Instituto Politécnico Nacional
<b>Entidad dentro de la Institución</b>	Cecyt Miguel Othón de Mendizábal

<b>Nombre del Proyecto</b>	“Desarrollo De Contenidos Para Internet 2 Con Aplicaciones Pedagógicas Para El Aprendizaje Significativo. Proyecto Biología Humana”.
<b>URL: del Proyecto</b>	148.204.12.62/principal.html

<b>Objetivo del Proyecto</b>	
✓ . Aplicar los conceptos pedagógicos del aprendizaje constructivista, partiendo del objeto de estudio (alumno) bajo la modalidad de educación virtual.	
✓ Analizar el impacto tecnológico ambiental sobre el objeto de estudio en la contribución al aprendizaje en el área cognitiva.	

<b>Descripción Funcional del Proyecto</b>	
<p>Es indiscutible que las tecnologías de información han hecho impacto en nuestra sociedad, con el surgimiento del Internet esta situación es más notoria por lo que el Instituto a través del CUDI contribuye desarrollando y haciendo posible, cursos en línea vía Internet que se encuentren disponibles libres de tiempo y espacio.</p> <p>El proyecto base de Biología humana en su primera etapa fue diseñado durante el primer diplomado sobre Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA), con el objeto de desarrollar un modelo para cursos en línea utilizando elementos multimedia que demandaran recursos de la Internet.</p> <p>En su desarrollo fueron integrados elementos conceptuales pedagógicos que pretenden llevar este tipo de materiales a una fácil comprensión de sus contenidos, atractivos para el estudiante del nivel medio superior con edades en el rango de 15 a 18 años.</p> <p>En la segunda etapa se realizarán varios ensayos sobre la efectividad de los aportes cognitivos de estos materiales y su impacto como material educativo en el alumno así como en el docente.</p>	

**Tipo de Proyecto: (marque las categorías que cubre el proyecto)**

Bibliotecas Digitales		Supercómputo	
-----------------------	--	--------------	--

Educación a Distancia	X	Middleware	
Telemedicina		Administración de Redes	
Colaborativos		Seguridad en Redes	
Sistemas de Información Geográfica		Protocolos de Comunicación	

**Características de Internet 2 necesarias para el proyecto**

Ancho de banda: \_\_\_\_X\_\_\_\_

QoS		Multicast	
Low Latency		Low Jitter	
Uso de IPv6	X		

Otra: \_\_\_\_\_

**Datos del Responsable del Proyecto:**

<b>Nombre</b>	Omar Cecilio Martínez
<b>E-Mail</b>	Polux2@mexico.com, ocecilio@ipn.mx
<b>Teléfono</b>	57296300 ext. 66135, 53099761

**Universidades con las que se desarrollará el proyecto:**

<b>Nacionales</b>	Universidad Autónoma de Tamaulipas				
<b>Contacto</b>	Ing. Ivan O. Martínez M.	<b>E-Mail</b>	imartine@cgit.uat.mx	<b>Tel.</b>	834 318
<b>Contacto</b>		<b>E-Mail</b>		<b>Tel.</b>	
<b>Contacto</b>		<b>E-Mail</b>		<b>Tel.</b>	

<b>Patrocinadores</b>	Instituto Politécnico Nacional
-----------------------	--------------------------------

Vo.Bo.

\_\_\_\_\_  
Responsable del Proyecto

\_\_\_\_\_  
Representante de la Institución ante CUDI

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA PARA EL DESARROLLO DE INTERNET, A.C.**

Vicente Suárez No. 92, Col. Condesa  
Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06140,  
México, Distrito Federal  
Teléfono: 52-11-30-60

[34]

### 4.1.3 Beneficios de AMPATH

AMPATH provee conectividad a alta velocidad hacia Internet 2 a través de la red *Abilene* y/o *StarLight* a bajo costo:

- Los circuitos a las redes, ingeniería y operaciones son costos compartidos entre todos los participantes
- El modelo del financiamiento incluye compartición de costos y búsqueda agresiva de concesiones

Los participantes (miembros) de la red de AMPATH se benefician de:

- ATM y *Ethernet* óptica
- Ipv6
- *Multicast*
- Medición y supervisión de funcionamiento punto a punto
- Servidor VRVS para video sobre IP
- Monitoreo basado en flujo y QoS usando herramientas *Netflow*
- Coordinación y asistencia a los participantes en el establecimiento de la conexión

[35]

## 4.2 Proyecto ALICE

El proyecto América Latina Interconectada Con Europa (ALICE) fue fundado conjuntamente con Comisión Europea (EC) dentro del marco del programa @LIS (*Alliance for the Information Society*), el cuál fue lanzado para estimular la creación y desarrollo de la sociedad de información en América Latina. En América Latina, la conectividad intrarregional no se desarrolla actualmente. No hay tampoco conectividad organizada entre la red Pan-Europea de investigación, *GÉANT*, y las redes nacionales de investigación y educación en América Latina. ALICE tratará estas limitaciones y fomentará la investigación, colaboración y educación dentro de América latina y entre América latina y Europa.

El proyecto ALICE implementa las recomendaciones del estudio llamado *Connecting All European and South American Researchers (CAESAR)*. La CE financió el estudio *CAESAR* realizado por DANTE entre marzo y octubre de 2002, e investigó la viabilidad de una red regional latinoamericana interconectada a *GÉANT*. *CAESAR* concluyó que hay una demanda verdadera para tal conectividad y que la creación de una red latinoamericana es técnicamente factible.

ALICE esta patrocinada por 17 redes latinoamericanas de investigación, 4 europeas y Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas (CLARA). CLARA es un organismo sin fines de lucro con sede en Uruguay. Se anticipa que CLARA se convertirá en la contraparte de DANTE en América Latina y tomará la responsabilidad, en el futuro, de las actividades latinoamericanas para el establecimiento de una red de investigación. [36]

El objetivo primordial de CLARA será la integración de una red regional de telecomunicaciones de la más avanzada tecnología para interconectar a las Redes Académicas Nacionales de la Región.

Otros objetivos fundamentales de CLARA serán el impulsar la cooperación en actividades educativas, científicas y culturales entre los países latinoamericanos y la coordinación entre las redes académicas nacionales de América Latina con las redes académicas de otras regiones del mundo.

El establecimiento de CLARA, permitirá aprovechar recursos por 10 millones de euros del proyecto ALICE que la Comunidad Europea ha asignando para impulsar proyectos de conectividad en Latinoamérica. La red CLARA se conectará con un enlace trasatlántico de gran capacidad con la Red Académica Paneuropea denominada *GEANT*. El financiamiento de la red regional será complementado por fondos provistos por las redes académicas de cada país. [37]

El proyecto ALICE durará hasta Abril 2006, tras el cual la organización CLARA, garantizará la sostenibilidad de la red intra-regional y la continuación de su conexión directa con *GEANT*. Dos servicios de la Comisión Europea han colaborado en la preparación de este contrato: la Oficina Europea de Cooperación *EuropeAid* y la Dirección General para la Sociedad de la Información.

#### **4.2.1 Programa @LIS**

@LIS, Alianza para la Sociedad de la Información, es un programa de cooperación con América Latina dirigido a promover la sociedad de la información y la lucha contra la brecha digital en América Latina. Adoptado en 2001, el Programa @LIS tiene un presupuesto de € 77.5 millones de Euros, de los cuales € 63.5 serán financiados por la Comisión Europea. @LIS cubre un amplio espectro de objetivos encaminados a conseguir patrocinadores durables entre ambas regiones en el ámbito de la Sociedad de la Información, centrándose en particular en las actividades siguientes: un diálogo sobre los aspectos políticos y reglamentarios, el desarrollo de normas, la realización de

proyectos de demostración en favor de la sociedad civil, una red de reguladores y la interconexión de las redes de investigación. [38]

## 4.2.2 Red CLARA

La propuesta de creación de la red CLARA establece que el 80% del mismo será desembolsado por la Unión Europea (UE), mientras que el restante 20% por los participantes del proyecto CLARA. Esto esta sujeto a los siguientes acuerdos alcanzados:

- Creación de estatutos de CLARA
- Membresía de una red por país
- Sede base de la asociación en Uruguay
- Institucionalidad de Asociación sin Fines de Lucro

### 4.2.2.1 Costos de conexión

Los costos de conexión de CLARA se investigaron a partir de conexiones punto a punto entre los países involucrados. Estos costos se resumen en la tabla III.

**Tabla III. Costos de conexión a CLARA**

capacidad	enlaces	desde	hasta	costo mensual (US \$)
155 Mbps	1	nodo principal del backbone	Europa	105,000
45 Mbps	2	México	Sudamérica	39,000
45 Mbps	5	Sudamérica	Sudamérica	23,000
10 Mbps	12	cualquier país	backbone	12,000

El monto total de esta topología asciende a US\$ 442,000, ó US\$ 13.26 millones por un período de 30 meses. El costo total del equipo de telecomunicaciones para todos

los países de latinoamérica esta estimado en US\$ 300,000. Todos estos costos son aproximados y no se pueden tomar como definitivos.

#### **4.2.2.2 Recursos humanos para la operación**

Algunas redes de América Latina (CUDI, REUNA, RETINA) tienen varios años de estar operando redes IP con conexiones internacionales. Por lo tanto se considera que la operación de la red CLARA se puede razonablemente confiar a una o más de estas redes; con los apropiados procedimientos de recuperación de costos extras que se puedan generar.

#### **4.2.2.3 Topología de la red**

A continuación se describe una posible topología de la red CLARA en base a estudios que se han realizado al respecto. Algunos países como Argentina, Brasil y Chile participan en el proyecto AMPATH para el acceso a la red *Abilene* de Estados Unidos. Los enlaces de 45 Mbps hacia AMPATH son los únicos dedicados en el ámbito internacional; Brasil tiene dos desde Río de Janeiro y Sao Pablo. Ultimamente empresas como *Global Crossing* y *Emergia* han realizado conexiones submarinas en la región centroamericana, el Caribe, Sudamérica las cuales se pueden aprovechar para la interconexión de CLARA.

Esta infraestructura submarina está siendo complementada en la mayoría de los países por la infraestructura terrestre que permite que los operadores internacionales establezcan sus puntos de la presencia lejos de sus puertos de entrada. La estructura principal de la conexión propuesta es un anillo grande que conecta las cuatro redes principales en la región (CUDI, RETINA, REUNA y RNP). Un segundo anillo reutiliza dos de los enlaces (Chile-Argentina-Brasil) del anillo principal para hacer un circuito completo del continente sudamericano, con nodos adicionales en Perú y Venezuela. Las

redes restantes de América del sur y central pueden ser conectadas con este segundo anillo por las conexiones directas a uno de sus nodos; como se muestra en la figura 27.

La opción de Perú y Venezuela como la conexión hacia el segundo anillo fue el resultado de la experiencia percibida de estos dos países en el funcionamiento de redes de Internet.

**Figura 27. Topología propuesta para la red CLARA**



En la topología de CLARA existen dos cosas a tomar en cuenta: la capacidad individual de los enlaces hacia el backbone de CLARA, y la capacidad del backbone en sí. Países como Argentina, Brasil, Chile, Perú y Venezuela contratarían enlaces de 45 Mbps, México contrataría un enlace de 34 Mbps y el resto de países uno de 10 Mbps.

El nodo del backbone que conecte a CLARA con *GÉANT* probablemente estará en Brasil donde convergen tres conexiones del backbone de 45 Mbps y el acceso local de 45 Mbps. Por lo tanto el enlace entre estas dos redes tendrá una capacidad de 155 Mbps los cuales pueden ser incrementados en el futuro. [39]

### **4.2.3 Red *GÉANT***

*GÉANT* es una red europea de investigación corriendo a 10 *gigabits* por segundo, interconecta a más de 3000 instituciones educativas y de investigación a través de 30 países en Europa. *GÉANT* es una red implementada por DANTE (organización del Reino Unido para la investigación) la cual sustituyó a la red TEN-155 de Europa, a finales de noviembre de 2001. El *backbone* de *GÉANT* está basado en DWDM y fue el fruto de cuatro años de investigación de 27 instituciones educativas europeas en coordinación con DANTE.

#### **4.2.3.1 Velocidad de *Gigabits***

Las tecnologías de transmisión y ruteo utilizadas hacen posible la transmisión de datos a 10 *Gigabits* por segundo (Gbps) en sus mejores condiciones y *GÉANT* está sacando provecho de esto, nueve circuitos en el núcleo de la red operan a una velocidad de 10 Gbps, mientras otros once corren a 2.5 Gbps. Esto hace que *GÉANT* sea una de las redes más avanzadas del mundo. El ancho de banda que ofrece esta red permite desarrollar nuevas aplicaciones, la red TEN-155 ha sido una herramienta esencial para la cooperación entre las instituciones de investigación de Europa.

#### **4.2.3.2 Expansión geográfica**

En el pasado cada sucesora de la red europea de investigación incluía a más países, *GÉANT* continua con esta tendencia. Además de los países con acceso a TEN-155, *GÉANT* proporciona acceso a algunos países de Europa del este como Bulgaria, Estonia, Lituania, Letonia, Rumania y la República Eslovaca. En total el *backbone* de *GÉANT* interconecta en su primer día de operación a más de 3000 instituciones de educación e investigación en 32 países a través de 28 redes nacionales y regionales.

#### **4.2.3.3 Interconectividad global**

Un elemento importante de *GÉANT* es el desarrollo de conectividad con redes de investigación equivalentes en otras regiones del mundo. En Norteamérica están las redes *Abilene* y *CA\*net*, en Asia están *SINET*, *KOREN*, *SingAREN* y redes de otras regiones en Sudamérica, Mediterráneo, Pacífico Asiático. De hecho, un total de dos circuitos de 2.5 Gbps cada uno dedicados para propósitos de educación e investigación están siendo implementados en cooperación con redes de investigación norteamericanas. La conectividad internacional con *GÉANT* se alcanza con un acceso distribuido europeo, el cual proporciona un número de puntos de acceso para la conexión con otras regiones del mundo. La existencia de la base *multi-Gigabit* permite a esta conectividad ser eficiente y equitativo para compartir entre los países conectados y el acercamiento de la multi-localidad facilita la solución más rentable a la disposición de esta conectividad.

#### **4.2.3.4 Calidad de servicio (QoS) garantizada**

La garantía de la calidad del servicio es vital para la disposición de nuevas aplicaciones, así como para la creación de Redes Privadas Virtuales (VPN) para apoyar las necesidades de proyectos y de grupos de investigadores. El servicio de ancho de

banda manejado que había sido una característica de TEN-155 había tratado estas necesidades usando una combinación de la tecnología IP y ATM, este último no es soportado en el nuevo *backbone*. La tecnología IP ha sido extremadamente exitosa en proveer conectividad: es un estándar mundial que permite la comunicación entre millones de máquinas. Su debilidad importante es que, hasta hoy, no ha podido ofrecer cualquier garantía de la calidad del servicio a sus usuarios. *GÉANT* está trabajando en este sentido, nuevas características de servicio serán introducidas cubriendo una gama de requisitos prioritarios para tipos de tráfico específicos de Redes Privadas Virtuales (VPN) en soporte del desarrollo de la tecnología. Tales nuevas características explotarán una mezcla de tecnologías subyacentes puesto que no será posible introducir las últimas tecnologías y con las capacidades más altas en todos los países europeos simultáneamente. Es una meta prioritaria que los usuarios en cada uno de los países conectados tengan los mismos servicios y oportunidades para beneficiarse de las capacidades de la red de *GÉANT*.

Estos progresos fueron trabajados por muchos meses y varios grupos de trabajo, así como una parte del proyecto de *GÉANT* en sí. Los trabajos del proyecto SEQUIN también se utilizan en lo que respecta a QoS.

#### **4.2.3.5 SEQUIN**

SEQUIN, son las siglas de *Service Quality across Independently Managed Networks* (Calidad de servicio a través de redes manejadas independientemente), es el nombre de un proyecto que implica a ocho socios en siete países y financiado por la Comisión Europea bajo el programa de tecnologías de la sociedad de información (IST).

El objetivo de SEQUIN es definir e implementar calidad de servicio (QoS) que funcionará a través de dominios de gerencia múltiples y explotará una combinación de la tecnología IP y ATM. SEQUIN se asegurará que los investigadores a través de Europa tengan acceso a las instalaciones de una red que se pueden adaptar a los requisitos de los

grupos individuales y que ofrezca calidad fiable y estable a través de dominios de gerencia subyacentes múltiples y tecnologías de red.

Un objetivo inicial del proyecto de SEQUIN fue la creación de una definición de QoS que se base en una combinación de las exigencias del consumidor y de las capacidades de tecnologías emergentes. Esta definición entonces será probada en un ambiente experimental con el objetivo de alcanzar una producción estable de QoS, ofreciendo QoS distinguido para el final del proyecto.

[40]

### **4.3 Proyecto RAGIE**

Este es un proyecto guatemalteco que busca en un primer paso unificar las redes de las universidades para posteriormente conectarse a redes de alta velocidad de Norteamérica y Europa. Actualmente, representantes de las universidades: San Carlos de Guatemala, Mariano Gálvez, Galileo, Del Valle de Guatemala, Rafael Landivar y Francisco Marroquín se encuentran trabajando en un documento legal en donde se establecen los estatutos del proyecto RAGIE; la cual será una entidad no lucrativa, autónoma, voluntaria, entre otras características. En este documento se detallan los fines de la asociación (RAGIE): la interconexión de las universidades, la cooperación científica, mantenimiento de una red de información y otros fines. Asimismo existe una comisión permanente que esta realizando estudios de conectividad y licitaciones con las empresas proveedoras de servicios de red en Guatemala. Los estatutos que se estan redactando contienen la integración de la Junta Directiva, sus funciones, nombramiento de comisiones, reglamentación para los asociados y demás normas para el funcionamiento de RAGIE.

Hasta la finalización de este trabajo de graduación el proyecto se encuentra esperando la firma de los estatutos, por parte de los rectores de las universidades participantes, para su implementación.

#### **4.3.1 Antecedentes**

Entre los años 1992 y 1995 un grupo de representantes de las cinco universidades de ese entonces, y del ICAITI e INCAP trabajaron como Comisión de Información e Informática del CONCYT. Esta comisión logró con el apoyo de la OEA dentro del marco del proyecto de la constitución de la Red Hemisférica Universitaria de Ciencia y Tecnología, en la conexión del sector académico al Internet, a esta red se le denominó MayaNet.

Los objetivos de este esfuerzo eran: mantener una red que físicamente conectara al sector académico/científico, optimizara el tráfico entre las instituciones participantes, además, fomentar el desarrollo de proyectos conjuntos. Desafortunadamente, a partir de 1998, este esfuerzo fue truncado debido a limitantes de la infraestructura sobre la cual estaba instalada, sumada a problemas generados por decisiones tomadas unilateralmente, así esta paso a servir fundamentalmente a instituciones de Gobierno. Con este escenario cada Universidad resolvió individualmente su necesidad de estar conectada al Internet con soluciones independientes, en la mayoría de los casos con proveedores de servicio diferentes, lo cual generó que actualmente el tráfico cursado entre ellas se produzca a través de los Estados Unidos y Europa.

#### **4.3.2 Descripción**

El proyecto RAGIE (Red Avanzada Guatemalteca para la Investigación y Educación) permite que sus miembros tengan una forma alterna de contratar servicios y equipo a costos más favorables. También se plantea el proyecto para que las

instituciones miembros de RAGIE tengan acceso a redes avanzadas de banda ancha que brindará un mayor apoyo a la educación e investigación y, por tanto, contribuirá al desarrollo del país. Se plantean las dos opciones existentes actualmente, AMPATH y CAESAR, para la conexión a Internet 2.

Este proyecto de unificación es de alto beneficio para las universidades porque el uso de los servicios de redes de banda ancha implica costos elevados y más si estos se contratan de manera individual, por esto se necesita construir un mecanismo apropiado y de costos aceptables. RAGIE representa los intereses mutuos de las comunidades académicas y de investigación de la nación, en el desarrollo de la siguiente generación de servicios de comunicación, utilizando las tecnologías de Internet, que sean más robustos y de alta calidad. En el corto plazo el desafío de RAGIE, es lograr la implantación de la Red Nacional de Investigación y Educación, que inicialmente estará constituida por las Universidades, pero que buscará integrar a la comunidad académica de todos los niveles, promoviendo los proyectos necesarios para que esta logre la cobertura del territorio nacional y llegue a todos los sectores.

Las posibilidades de conexión de RAGIE a las redes avanzadas del mundo son básicamente dos:

#### **4.3.3 Proyecto *Caesar***

RAGIE puede participar en el proyecto *Caesar* II que promueve la Comisión Europea como parte del Programa @lis. En junio del 2002 se realizó en Toledo España, una reunión con la representación de las redes nacionales de Investigación y Educación de América Latina, en la cual Guatemala no tuvo representación, donde se conformó CLARA que es la organización para la Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas. En esta reunión se establece la necesidad de contactar a los países ausentes,

para invitarlos a participar en este proyecto aunque no se tenga una red nacional establecida.

CLARA estaría empezando a operar con algunos países de latinoamerica como México, Brasil, Argentina y Chile. El proyecto CAESAR II estima que los fondos asignados permitirían la operación por 3 años a partir de la primera fase en operación y con un financiamiento propuesto del 80% (10 millones de EUR) de la Comisión Europea y el 20% (2.5 millones de EUR) de aportación de los países miembros de CLARA. Esta iniciativa además de este financiamiento, presenta como ventaja la formación del backbone latinoamericano.

#### **4.3.4 Proyecto AMPATH**

Otra alternativa a esta conexión es participar del proyecto liderado por la Universidad Internacional de la Florida, que busca la conexión de 10 países de América Latina a Internet 2 con el proyecto conocido como AMPATH (La ruta de las Américas). Además de los costos (aproximados) de membresía anual de \$120,000, el costo del enlace DS3 (45 MB) \$60,000.00 mensuales y la inversión inicial en infraestructura para la instalación del nodo en Guatemala debe ser cubierta por la red que desea conectarse, en este caso RAGIE.

[41]

## CONCLUSIONES

- 1 La tecnología se desarrolla rápidamente con el tiempo, lo que abre aún más la brecha entre los países desarrollados y subdesarrollados. En Guatemala se está trabajando en el proyecto RAGIE para reducir esa brecha en el área de las telecomunicaciones.
- 2 El desarrollo de nuevas tecnologías de comunicación siempre tiende al área comercial, aunque en un principio no hayan sido concebidas para ello. Internet II es una red netamente educativa y de investigación, está prohibido su utilización para el transporte de tráfico comercial.
- 3 Existen muy buenas expectativas de Internet II: nuevas aplicaciones, mayor velocidad y seguridad, menos atasco y espera; para realizar tareas de investigación así como educativas.
- 4 Las redes de comunicaciones nacen de la necesidad de intercambiar información y conocimientos entre sus integrantes. Esta necesidad es más evidente en instituciones educativas, científicas y de investigación.
- 5 En Guatemala han aumentado las empresas proveedoras de servicios de red desde la privatización de las telecomunicaciones; lo que se convierte en reducción de costos, mayor cobertura, mayor disponibilidad y mejores servicios.

## RECOMENDACIONES

- 1 El desarrollo de nuevos proyectos siempre debe ser futurista: no limitarse por ejemplo a la ciudad capital. En este sentido las Universidades deben proyectarse a conectar sus sedes regionales con sus campus centrales.
- 2 Guatemala debe aprovechar Internet II para la investigación en todos los campos de la ciencia; especialmente aquellos que nos ayuden a resolver nuestra situación.
- 3 En el establecimiento de una red nacional se deben de buscar patrocinadores y socios que contribuyan a la sostenibilidad de la misma.
- 4 Integrar las redes de las universidades de Guatemala con el fin de compartir información como: contenido de los cursos, proyectos realizados, bibliotecas digitales; a partir de una institución coordinadora como RAGIE.
- 5 Una vez constituida una red nacional, buscar cooperación con universidades extranjeras en aspectos técnicos y académicos.
- 6 Guatemala debe subirse, inmediatamente, al tren de las tecnologías de la información. Este tiene que ser un esfuerzo nacional que involucre al Gobierno, empresas, universidades, organizaciones e instituciones educativas.
- 7 Los proyectos patrocinados por la Unión Europea (UE), cualquiera que fuese su naturaleza, exigen una sostenibilidad a mediano plazo. Por tanto, se recomienda que en cualquier proyecto con la UE se planifique un sistema de patrocinadores que garantice la sostenibilidad del mismo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arpanet, <http://www.dei.isep.ipp.pt/docs/arpa.html>. Marzo de 2002.
2. A Brief History of the Internet, <http://www.isoc.org/internet/history/brief.html>. Marzo de 2002.
3. TCP/IP, [http://www.uan.mx/~juan/tcpip/tcp\\_ip.html](http://www.uan.mx/~juan/tcpip/tcp_ip.html). Marzo de 2002.
4. Protocolos TCP/IP, [http://www.cicei.ulpgc.es/gsi/tut\\_tcpip/3376fm.html](http://www.cicei.ulpgc.es/gsi/tut_tcpip/3376fm.html). Marzo de 2002.
5. Andrew S. Tanenbaum. Redes de Ordenadores. (segunda edición; México Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.; 1991) pp 636-640
6. Introducción a FTP, Universidad de Vigo, España, <http://www.uvigo.es>. Marzo de 2002.
7. Protocolo FTP de Transferencia de ficheros por Internet, <http://www.interplanet.es/Enterprise>. Marzo de 2002.
8. *Internet Relay Chat*, <http://www.uvigo.es>. Marzo de 2002.
9. *Internet 2 UWIT Technical Design*, <http://www.uwyo.edu>. Marzo de 2002.
10. Internet 2 project, <http://www.internet2.edu>. Marzo de 2002.
11. ATM, [http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc/atm.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/atm.htm). Abril de 2002.
12. Modo de transferencia asincrónica, <http://www.lab.inf.uc3m.es>. Abril de 2002.

13. IPv6, <http://gsync.escet.urjc.es/docencia/cursos/fse-mbone/transpas/node22.html>.  
Abril de 2002.
14. IP version 6, <http://www.consulintel.es/Html/ForoIPv6/foroipv6.htm>. Abril de 2002.
15. *NetCard*, <http://www.internet2.org>. Abril de 2002.
16. Teleinmersion, <http://www.lab.inf.uc3m.es/~mhernand/lro9798/teleinmersion.html>.  
Abril de 2002.
17. Teleinmersion, <http://www.internet2.edu/html/tele-immersion.html>. Abril de 2002.
18. Ejemplos de aplicaciones Internet2 y herramientas de desarrollo de aplicaciones,  
<http://www.lab.inf.uc3m.es/~mhernand/lro9798/ejemplos.html>. Abril de 2002.
19. El laboratorio virtual,  
<http://www.lab.inf.uc3m.es/~mhernand/lro9798/laboratorio.html>. Abril de 2002.
20. Emergia, [http://www.telefonica.es/index/emergia\\_des.html](http://www.telefonica.es/index/emergia_des.html). Abril de 2002.
21. Dartmouth Computing: Internet 2, <http://www.canarie.ca/c2/policy/aup.htm>. Abril de 2002.
22. Teleglob, <http://www.intelnet.net.gt>. Abril de 2002.
23. GBnet Servicios de Comunicaciones, <http://www.gb-net.net>. Mayo de 2002.
24. TELERED, <http://www.intelnet.net.gt>. Mayo de 2002.
25. INSTARED, <http://www.instared.net>. Mayo de 2002.
26. TOTAL COM, <http://www.totalcom.centroamerica.com>. Mayo de 2002.
27. USAC, <http://www.usac.edu.gt>. Mayo de 2002.
28. UVG, <http://www.uvg.edu.gt>. Mayo de 2002.
29. URL, <http://www.url.edu.gt>. Mayo de 2002.
30. UFM, <http://www.ufm.edu.gt>, Mayo de 2002.
31. Telefonica Empresas, <http://www.telefonica.com.gt/empresas>. Mayo de 2002.
32. AMPATH ,[http://ampath.fiu.edu/whatis\\_esp.htm](http://ampath.fiu.edu/whatis_esp.htm). Mayo de 2002.
33. Solicitud de información  
,[http://www.florida.edu/ampath/application\\_info\\_req\\_esp.asp](http://www.florida.edu/ampath/application_info_req_esp.asp). Mayo de 2002.

34. CUDI ,<http://www.cudi.edu.mx/antecedentes/antece00.html>. Mayo de 2002.
35. Beneficios de AMPATH ,[http://ampath.fiu.edu/AMPATH\\_benefits.htm](http://ampath.fiu.edu/AMPATH_benefits.htm). Mayo de 2002.
36. ALICE ,<http://www.dante.net/alice/>. Mayo de 2002.
37. Noticias CUDI ,[http://www.cudi.edu.mx/noticias/junio\\_2003/clara01.htm](http://www.cudi.edu.mx/noticias/junio_2003/clara01.htm). Mayo de 2002.
38. Programa @LIS ,<http://www.dante.net/alice/PR-es.doc>. Mayo de 2002.
39. Reunion CLARA-Caesar, <http://www.uvg.edu.gt/ftp/pub/Caesar-CLARA/>. Mayo de 2002.
40. Red GÉANT ,<http://www.dante.net/geant/>. Mayo de 2002.
41. Documentos RAGIE ,[http://www.uvg.edu.gt/ftp/pub/Caesar-CLARA/CRAGIE\\_Rectores\\_14112002.doc](http://www.uvg.edu.gt/ftp/pub/Caesar-CLARA/CRAGIE_Rectores_14112002.doc). Mayo de 2002.

## BIBLIOGRAFÍA

1.

Hakala, David. Módems a su alcance. (segunda edición; México Editorial McGraw Hill Interamericana; 1995) pp 179-182.

2.

Shimmin, Brad y otros. Guía de trabajo en red con Windows 95. (primera edición; México Editorial McGraw-Hill Interamericana; 1995) pp 33-38

3.

Tanenbaum, Andrew. Redes de Ordenadores. (segunda edición; México Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.; 1991) pp 3-5