



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN

## “MODELO DE COSTOS DE : UNA RED FRAME RELAY”

### TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

PRESENTA:

**RICARDO ZAVALA ENRÍQUEZ**

ASESOR: ING. SILVIA VEGA MUYTOY

SAN JUAN DE ARAGON, ESTADO DE MÉXICO AGOSTO 2004

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



## **AGRADECIMIENTO**

### **A mi esposa e hija**

Agradezco a mi esposa Leticia y a mi hija Yatziri las muestras de afecto que me alentaron día tras día para realizar mi tesis.

### **A mis padres**

Les brindo el logro de mi carrera profesional, gracias por su apoyo moral y económico ofrecido durante mis estudios.

### **A mi asesora de Tesis:**

Su sabiduría, paciencia y aliento para lograr concluir mi tesis.

### **A mis amigos:**

Por su amistad incondicional que me brindaron y los consejos que me ayudaron a comprender la vida de otra manera.

### **A mi escuela:**

La oportunidad de adquirir conocimientos y poder ser útil a la sociedad.

---



## ANTECEDENTES

Las redes de comunicaciones de datos representan una gran alternativa para lograr la integración de los sistemas de información de las empresas de los diferentes sectores del país como son : servicios, industria, gobierno, financieras, etc. Una de las redes de telecomunicaciones que más éxito ha tenido es la de transporte de Frame Relay, sus aspectos más representativos son:

- Disminución de costos
- Calidad de servicio
- Integración de sistemas de información a nivel nacional e internacional
- Versatilidad debido a su naturaleza de red de transporte
- Bajo costo de instalación y renta

En México, las empresas buscan obtener servicios de calidad a precios accesibles. Por este motivo las empresas de telecomunicaciones que ofrecen estos servicios requieren cuantificar los costos para ofrecer al mercado precios competitivos. Para lograrlo requiere contar con una referencia que determine el costo que tiene para ella, el margen de ganancia e identificar aquellos aspectos que representan los gastos más altos. Para lograrlo es necesaria la aplicación de un modelo de costos.

Un modelo de costos permite cuantificar la inversión y gasto necesario para poder proporcionar un tipo de servicio. La importancia de los resultados del modelo de costos servirá como base para la toma de decisiones en la definición del costo del producto a los clientes. Es una herramienta que auxilia al nivel de alto mando a tener puntos de referencia para disminuir precios a los clientes para incrementar sus ganancias.

---



## OBJETIVOS

Desarrollar un sistema que cuantifique de forma automatizada los costos de instalación, mantenimiento y operación de una red de datos, para la determinación de los precios hacia los clientes.

Identificar las áreas de mayor inversión dentro de una red de datos Frame Relay para implementar planes de optimización.

Implementar un sistema que calcule los costos de los servicios que ofrece la red de datos a los clientes.

---



## ALCANCES

Con la realización de un modelo de costos se pretende:

- Cuantificar la inversión y los gastos de una red de Frame Relay.
  - Simular un modelo de costos con base en una red de Frame Relay.
  - Determinar el precio de venta de c/u de los servicios ofrecidos en la red Frame Relay.
  - Minimizar los gastos de una red Frame Relay.
-



## **METODOLOGÍA**

Para obtener el modelo de costos se divide al proyecto en 2 etapas:

- 1.0 Definición del modelo de costos.
- 2.0 Aplicación del modelo de costos de la red.

En el primer paso serán definidos los siguientes puntos:

- Establecimiento de niveles de red para equipo y medios de transmisión.
- Integración de equipo operando en la red .
- Identificación de personal necesario para instalar, mantener y operar la red.
- Materiales necesario de trabajo para instalar, operar y mantener la red.

Para la aplicación del modelo de costos es necesario realizar las siguientes actividades:

- Obtener el inventario actual de la red de datos.
  - Identificar los costos de los equipos instalados.
  - Calcular los costos del personal que instala, opera, y mantiene la red.
  - Obtener los costos de c/u de los servicios que se ofrecen en la red.
-



## INDICE

<b>I.</b>	<b>Redes de computadoras.</b>	
I.1.	Antecedentes.....	1
I.2.	Historia de las redes de Computadoras.....	4
I.3.	Clasificación de las redes.....	11
I.4.	Redes LAN.....	12
I.5.	Redes MAN.....	19
I.6.	Redes WAN.....	25
<b>II.</b>	<b>Red Frame Relay</b>	
II.1.	Conceptos básicos de Frame Relay.....	36
II.2.	Red de Datos Frame Relay .....	45
II.3.	Topología de la Red de Datos.....	47
II.4.	Jerarquía de la Red de Datos.....	49
II.5.	Recursos Humanos y Materiales de la Red de Datos.....	52
II.6.	Equipo de la red de Datos.....	54
<b>III.</b>	<b>Modelo de Costos de una Red de Datos</b>	
III.1.	Definición de modelo de costos.....	59
III.2.	Clasificación de los modelos.....	61
III.3.	Modelo de costos de la Red de Datos.....	65
III.4.	Lenguaje de Programación.....	84
III.5.	Sistema MC.....	86
	<b>Conclusiones.....</b>	<b>109</b>
	<b>Glosario.....</b>	<b>110</b>
	<b>Bibliografía.....</b>	<b>115</b>

---





## I.1 ANTECEDENTES

A mediados del siglo XIX los telégrafos conformaban las primeras redes de comunicaciones de la era moderna, la codificación en Morse constituía un método simple y eficaz para la transmisión de la información a largas distancias. En 1876, aparece la invención del teléfono que después de un tiempo consigue adueñarse del mercado de las comunicaciones. Para 1935 aparece el télex como la primera red digital.

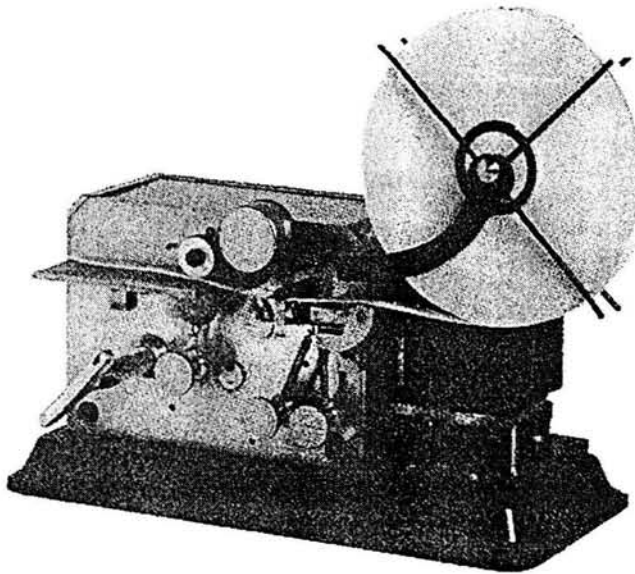


Figura 1.1 Antiguo receptor de telegrafía Morse.

En los años cuarenta se desarrollan las primeras calculadoras automáticas. Pronto se observó la necesidad de acceder a aquellas máquinas desde puntos remotos, esta situación fue resuelta a través del uso de modems conectados a las líneas telefónicas convencionales.

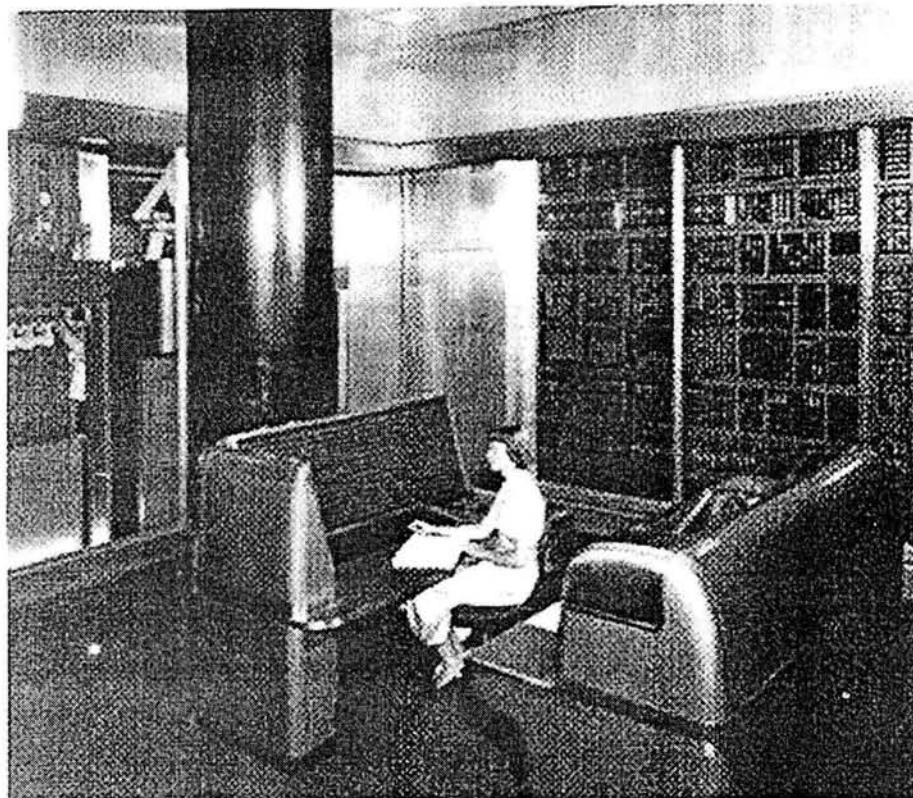


Figura 1.2 EL MARK I la primera calculadora automática.

En los años sesentas las comunicaciones informáticas se empezaron a estructurar en protocolos e interfaces estandarizados con lo que se conseguían unos soportes independientes de las máquinas, de los fabricantes y de las infraestructuras utilizadas. A mediados de los setenta, IBM presenta su propia arquitectura (SNA<sup>1</sup>) se presenta como la primera gran arquitectura de comunicaciones. Posterior a esta situación se genera el modelo de sistema abierto de Interconexión (OSI<sup>2</sup>).

Las primeras redes públicas diseñadas específicamente para el intercambio de información entre ingenios informáticos fueron las redes de paquetes que datan también de la década de los sesenta. Gracias a los mecanismos de enrutamiento, control de errores y control de flujo, resultaban más indicadas para la transmisión de datos que las redes de circuitos utilizadas hasta entonces que, en realidad habían sido concebidas con el único objetivo de transmitir voz.

<sup>1</sup> SNA: Arquitectura de Comunicaciones de IBM (System Network Architecture)

<sup>2</sup> OSI: Sistemas Abiertos de Inteconexión (Open Systems Interconnection)



**Informática**

**+**

**Comunicación**

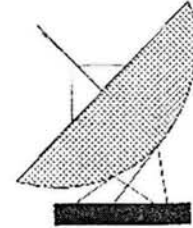


Figura 1.3 Las modernas redes son el resultado de la convergencia de informática y comunicaciones.

La red Frame Relay apareció como un método para optimizar el uso de los canales de la red de servicios integrados (ISDN<sup>3</sup>). La posterior evolución le llevó a constituirse en un servicio independiente que podía ser soportado por redes de diversas tecnologías, situación que otras no habían logrado. Fue la primera red de área extensa en adaptar su arquitectura a las nuevas tecnologías de transmisión y a los avances en informática, vinculando a los dispositivos de los usuarios en el proceso de transmisión al hacerlos responsables del control de flujo y control de errores. Esta situación la convierte en una solución más eficiente para la transmisión de datos y la puerta más segura para garantizar una migración suave hacia la banda ancha.

<sup>3</sup> ISDN: Red de Servicios Integrados (Integrated Services Digital Network)



## **I.2 HISTORIA DE LAS REDES DE COMPUTADORAS**

En 1957, se crea en Estados Unidos la Agencia del Ministerio de Defensa (ARPA<sup>4</sup>) como organismo afiliado al Departamento de Defensa para impulsar el desarrollo tecnológico. Este organismo resulta ser fundamental en el desarrollo de las redes de computadoras.

El ARPA tenía como objetivo principal situar a los Estados Unidos como el líder mundial en tecnología que fuera aplicable al entorno militar. Mientras este organismo se posiciona en el mercado, Leonard Kleinrock, un investigador del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT<sup>5</sup>) escribía el primer libro sobre tecnologías basadas en la transmisión por un mismo cable de más de una comunicación. Estas técnicas se denominan tecnologías de conmutación de paquetes y constituyen la base para la transmisión de información entre computadoras.

Un año más tarde, Licklider y Clarck lanzan la primera publicación: Comunicaciones hombre-computadora en línea (Online Man Computer Communication); donde se proponía la necesidad de una cooperación social a todos los niveles mediante el uso de redes de computadoras.

En 1964, Paul Baran de la compañía RAND (RAND Corporation), realiza la primera propuesta seria de utilizar redes basadas en conmutación de paquetes a través de su publicación de las redes de comunicaciones distribuidas (On Distributed Communications Networks).

En 1965, la ARPA patrocinó un programa que trataba de analizar las redes de comunicación usando computadoras. El experimento considero que mediante este programa, la máquina TX-2 en laboratorio Lincoln del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) y la AN/FSQ-32 del System Development Corporation de Santa Mónica en California, se enlazarón directamente a través de una línea dedicada de 1.200 bits por segundo.

Un año después de esta experiencia, Lawrence G. Roberts (MIT) mediante su publicación "Hacia una Red Cooperativa de Computadoras de Tiempo Compartido" (Towards a Cooperative Network of Time-Shared Computers) realizaba la primer propuesta sobre la construcción de una red que tendría como

---

<sup>4</sup> ARPA: Agencia del Ministerio de Defensa (Advanced Research Projects Agency)

MIT: Instituto Tecnológico de Massachussets (Massachussets Institute of Technology)



nombre ARPANET (nombre de la red de computadoras del ARPA) y que sería consecuencia de las experiencias vividas un año antes.

En 1967, la ARPA se reúne en Ann Arbor (Michigan) para discutir por primer vez su destino. En ese mismo año Larry Roberts propuso las guías básicas del diseño de la futura ARPANET<sup>6</sup>. En ese mismo congreso se celebra por primera vez una reunión entre los tres grupos mundiales que trabajan en técnicas de conmutación de paquetes: Laboratorio Nacional de Física (NPL<sup>7</sup>), Corporación RAND y la Agencia del Ministerio de Defensa (ARPA).

En 1968 la ARPA convoca a empresas y universidades a proponer diseños con el objetivo de construir la futura red. La Universidad de California gana la propuesta para el diseño del centro de gestión de red y la empresa BBN<sup>8</sup> ganan el concurso de adjudicación del contrato para el desarrollo de la tecnología de conmutación de paquetes mediante la implementación de la Interfaz de procesamiento de mensajes (IMP<sup>9</sup>).

Por parte del ARPA, Steve Crocker encabezaría el Grupo de Trabajo de Redes (NWG<sup>10</sup>) para el desarrollo de la sintaxis de comunicación protocolos entre computadoras que se utilizarían posteriormente en la ARPANET.

En 1969 se construye la primera red de computadoras de la historia. Esta red denominada ARPANET, estaba compuesta por cuatro nodos situados en la Universidad de California de los Ángeles (UCLA), Instituto de Investigaciones de Stanford (SRI), Universidad de California en Santa Bárbara, y la Universidad de Utah.

La primera comunicación entre dos computadoras se produce entre la Universidad de California (UCLA) y el Instituto de Investigaciones de Stanford (SRI) el 20 de Octubre de 1969. El autor de este envió fue Charles Kine (UCLA). La primera letra fue la "G" cuando trataba de acceder al sistema (login) en la máquina del Instituto de Investigaciones de Stanford (SRI). Aunque el hecho en sí supone que uno de los hechos más importantes en la historia de las redes de

---

<sup>6</sup> ARPANET: Red de Interconexión de Múltiples Computadoras (Multiple Computer Networks and Intercomputer Communications)

<sup>7</sup> NPL: Laboratorio Nacional de Física (National Physics Laboratory)

<sup>8</sup> BBN: Compañía Bolt Beranek and Newmann Inc.

<sup>9</sup> IMP: Interfaz de Procesamiento de Mensajes (Interface Message Processors)

<sup>10</sup> NWG: Grupo de Trabajo de Redes (Network Working Group)

---



computadoras, sus autores se limitaron a comprobar que el experimento había salido bien.

En ese mismo año, la Universidad de Michigan crearía una red basada en conmutación de paquetes, con un protocolo llamado X.25, denominando "da Merit Network". La misión de esta red era la de servir de guía de comunicación a los profesores y alumnos de dicha Universidad.

También en ese año se empiezan a editar las primeras petición de comentario (RFC<sup>11</sup>). Los RFC son los documentos que normalizan el funcionamiento de las redes de computadoras basadas en TCP/IP y sus protocolos asociados. Estos RFC explican con detalle cómo se realizan las comunicaciones, de manera que cualquier fabricante que quiera realizar un protocolo no tiene más que seguir sus instrucciones. El primer RFC lo editó Steve Crocker (ARPA) el 7 de Abril de 1969 y tenía por título "Software de Servidores " (Host Software).

En 1970 la ARPANET comienza a utilizar para sus comunicaciones un protocolo máquina a máquina (host-to-host). Este protocolo se denominaba Protocolo de Control de Red (NCP<sup>12</sup>) y es el predecesor del actual TCP/IP que se utiliza en toda la internet.

En ese mismo año, Norman Abramson desarrolla la ALOHANET en la Universidad de Hawai. La AHOLANET fue la primer red de conmutación de paquetes vía radio y se uniría a la ARPANET en 1972.

Ya en 1971, la joven ARPANET estaba compuesta por 15 nodos y 23 máquinas se unían mediante conmutación de paquetes. Las computadoras estaban situadas en la Universidad de California (UCLA), Instituto de Investigaciones de Stanford (SRI), UCSB, Universidad de UTA, Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), Corporación BBN, Corporación RAND, SDC, Harvard, Laboratorio Lincoln, Universidad de Stanford, Universidad Carnegie (CMU<sup>13</sup>) y la Administración Nacional de Aeronáutica (NASA<sup>14</sup>).

---

<sup>11</sup> RFC: Estándares de Comunicaciones (Request For Comments)

<sup>12</sup> NCP :Protocolo de Control de Red (Network Control Protocol)

<sup>13</sup> CMU: Universidad Carnegie Mellon (University Carnegie Mellon)

<sup>14</sup> NASA: Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (National Aeronautic and Space Administration)

---



En ese mismo año de 1971 Ray Tomlinson (BBN) realiza un programa de correo electrónico ( e-mail<sup>15</sup>) para distribuir mensajes a usuarios conectados a través de la ARPANET. El programa original de correo electrónico (e-mail) no era más que la unión de un programa de correo (e-mail) para una sola máquina con un programa experimental de transferencia de archivos.

En 1972 se elige el popular símbolo de @ como tecla de puntuación para la separación del nombre del usuario y de la máquina donde estaba dicho usuario. La elección se realizó a partir de las posibilidades de que el modelo de teletipo 33 facilitaba para la introducción de la palabra "at".

Ese mismo año, durante la celebración en Washington de la Conferencia Internacional de Comunicaciones a través de computadoras (ICCC) se realiza la primera demostración pública de la ARPANET con 40 computadoras. Se realiza la primer conversación (chat<sup>16</sup>) entre Stanford y la compañía Bolt Beranek (BBN). Esta conversación (chat) tuvo como argumento una consulta médica. En esta misma conferencia se coincide sobre la necesidad de crear un grupo que profundizara en aspectos relativos a comunicaciones entre redes. El grupo se crea con el nombre de Grupo Internacional de Trabajo sobre redes (INWG<sup>17</sup>) que inicialmente fue dirigido por Vinton Cerf.

En ese año de 1972 se emite el RFC 318 con la especificación de la aplicación telnet<sup>18</sup> para emulación remota de terminales. Mediante esta orden se podían ejecutar comandos en una máquina sin estar sentado necesariamente delante de ella.

Por otra parte, los esfuerzos en Europa por unirse al proyecto americano empezaron a producirse. En este sentido es de destacar a Louis Pouzin en Francia, que comienza a implementar la versión francesa de la ARPANET denominada CYCLADES<sup>19</sup>.

En 1973 se produce la primera conexión internacional de la ARPANET. Dicha conexión se realiza con el Colegio Universitario de Londres (Inglaterra) y

---

<sup>15</sup> email :Correo Electrónico (email)

<sup>16</sup> Chat: conversación interactiva

<sup>17</sup> INWG: Grupo Internacional de Trabajo de Redes (International Network Working Group)

<sup>18</sup> Telnet : Programa que permite a un usuario Internet iniciar una sesión en una computadora.

<sup>19</sup> Cyclades: Red Francesa de Telecomunicaciones.



con el NORSAR<sup>20</sup> noruego. En ese mismo año Bob Metcalfe expone sus primeras ideas para la implementación del protocolo Ethernet como resultado de las investigaciones realizadas durante la elaboración de su tesis doctoral. Ethernet, es uno de los protocolos importantes que se utiliza en las redes locales de computadoras para transmitir información.

En ese mismo año la Xerox en Palo Alto (San Francisco) experimenta las ideas de Metcalfe y crea la primera red basada en tecnología Ethernet. Esta red se denominó Alto Aloha System. De forma simultánea, Bob Kahn y Vinton Cerf empiezan a exponer los problemas derivados de la comunicación entre redes. Cerf expone en la Universidad de Sussex (Brighton, Inglaterra) las primeras ideas sobre la implementación de dispositivos que unieran redes (pasarelas). Como anécdota cabe destacar que esas ideas las había esbozado en un sobre de correos durante una espera en el recibidor de un hotel en San Francisco.

A mediados de ese año se edita el RFC 454 con especificaciones para la transferencia de archivos, a la vez que la Universidad de Stanford comienza a emitir noticias a través de la ARPANET de manera permanente. En este momento la ARPANET contaba ya con 2000 usuarios y el 75 % de su tráfico lo generaba el intercambio de correo electrónico.

En 1974 Cerf y Kahn publican su artículo "Un protocolo para interconexión de redes de paquetes" (A Protocol for Packet Network Interconnection), que especificaba con detalle el diseño del protocolo de control de transmisión (TCP), una de las bases más importante de la actual internet.

En 1975 se crean las primeras listas de distribución de correo de internet, cuya gestión operacional había sido transferida al DCA. La lista más popular de todas las que se publican era una dedicada a la ciencia ficción. Ese mismo año John Vittal desarrolla MSG, el primer programa de correo que daba la posibilidad de discriminar selectivamente el correo electrónico mediante filtros, replicar y reenviar el mismo. Se prueban los primeros enlaces vía satélite cruzando dos océanos (desde Hawai a Inglaterra) con las primeras pruebas de TCP de la mano del Instituto Tecnológico de Stanford (SRI) y Universidad de California (UCLA) y UCL. La reina Isabel II de Inglaterra envía en 1976 un correo electrónico desde Malvern (Inglaterra) y ese mismo año se distribuyen las primeras versiones del programa de copia entre sistemas Unix (UUCP<sup>21</sup>) por parte de AT&T.

---

<sup>20</sup> NORSAR: Red Noruega de Telecomunicaciones.

<sup>21</sup> UUCP: Copia entre sistemas Unix (Unix to Unix Copy)

---





Los años siguientes consiguen establecer, definitivamente, el ámbito de la ARPANET con la creación de la Tymnet<sup>22</sup> en 1977, el lanzamiento de la especificación definitiva del correo electrónico mediante el RFC 733 en ese mismo año, la primera demostración de una red de paquetes vía radio con pasarelas en la bahía de San Francisco y la división del protocolo TCP<sup>23</sup>; en dos TCP e IP en 1978.

En 1979 se crea la red "USENET"<sup>24</sup> utilizando UUCP entre la Universidad de Duke y la UNC para la distribución de grupos de noticias. La jerarquía original de los grupos utilizó el sufijo net. Ese mismo año la ARPA establece el grupo de control de configuración de la Internet (ICCB<sup>25</sup>).

En 1981 se crea la "BITNET"<sup>26</sup> como una red particular que proporcionaba correo electrónico y listas de distribución. También se crean otras redes como la red de computadoras científicas (CSNET<sup>27</sup>) que proporciona servicios de red a científicos que no acceden a la red ARPANET, Minitel en Francia por parte de France Telecom.

1982 es el año en el que la DCA y ARPA nombran a TCP e IP como el conjunto de protocolos TCP/IP de comunicación a través de la ARPANET. En Europa se crea la Red Europea de Unix (EUNET<sup>28</sup>) para proporcionar servicios de USENET y correo electrónico entre Inglaterra, Dinamarca, Holanda y Suecia. Se especifica el protocolo de comunicación de pasarelas entre redes (EGP-RFC 827).

El año siguiente se desarrollarían en la Universidad de Wisconsin los primeros conceptos sobre servidores de nombres para indentificar las computadoras TCP/IP de una forma más clara. El 1 de enero de 1983 se abandona la etapa de transición de NCP a TCP/IP pasando este último a ser el único protocolo de la ARPANET. Se comienzan a unir redes y países ese mismo año como la Red de Computadoras Científica (CSNET), la MINET europea, o

---

<sup>22</sup> Tymnet: Red pública de datos disponible en más de 100 países.

<sup>23</sup> TCP: Protocolo de Control de Transmisión de Datos (Transmission Control Protocol)

<sup>24</sup> USENET: Red de ámbito mundial de sistemas UNIX

<sup>25</sup> ICCB: Tarjeta de Configuración de Control de Internet (Internet Configuration Control Board)

<sup>26</sup> BITNET: La red que estamos esperando (Because It's Time Network)

<sup>27</sup> CSNET: Red de computadoras científicas (Computer Science Network)

<sup>28</sup> EUNET: Red Europea de Unix (European Unix Network)



países como Corea; y se crean nuevas redes como la Red de la Academia Europea (EARN<sup>29</sup>).

En 1984 se introduce el sistema de nombres de dominio (DNS) que se utiliza actualmente para la conversión de nombres de máquinas y direcciones IP. En ese momento el número de máquinas conectadas era aproximadamente de 1000.

En 1985 se establecen responsabilidades para el control de los nombres de dominio y así el Instituto de Información de Ciencias (ISI<sup>30</sup>) asume la responsabilidad de ser la raíz para la resolución de los nombres de dominio, mientras que el Instituto de Investigaciones de Stanford (SRI) asume la responsabilidad de asignar estos nombres en los que se conoce como registros (NIC<sup>31</sup>). El 15 de Marzo de 1985 se produce el primer registro de nombre de dominio: symbolics.com. En 1986 se crearía la primera red troncal de Internet. Este tipo de grandes redes troncales que unen multitud de pequeñas redes se denominan backbones. El nombre del primer Backbone fue la Fundación Nacional de Redes (NSFNET<sup>32</sup>), tenía un ancho de banda de 56.000 bits por segundo y unía cinco centros de supercomputadoras (Princeton, Pittsburg, San Diego, Illinois y Cornell).

Posteriormente el Consejo de Arquitectura de Internet (IAB<sup>33</sup>) creó dos organismos que han resultado decisivos para el crecimiento de Internet : Grupo de trabajo de Ingeniería Internet (IETF<sup>34</sup>) y Grupo de trabajo de investigación sobre Internet (IRTF<sup>35</sup>) . También se presentó el nuevo protocolo de transferencia (TNP<sup>36</sup>) para mejorar el rendimiento de la gestión y envió de noticias a través de Internet y se desarrollaron los MX records para permitir a las máquinas sin dirección IP de red ser capaces de tener nombres de dominios.

A partir de 1987 se ha expandido por todo el mundo las redes computadoras. America Latina no es la excepción y en México existen varias

---

<sup>29</sup> EARN. Red de la Academia Europea (European Academic and Research Network)

<sup>30</sup> ISI: Instituto de Información de Ciencias ( Information Sciences Institute)

<sup>31</sup> NIC. Centro de Información de Red (Network Information Centre)

<sup>32</sup> NSFNET: Fundación Nacional de Ciencia y Redes (National Science Foundation Network)

<sup>33</sup> IAB: Consejo de Arquitectura de Internet (Internet Assigned Numbers Authority)

<sup>34</sup> IETF: Grupo de Trabajo de Ingeniería Internet (Internet Engineering Task Force)

<sup>35</sup> IRTF: Grupo de trabajo de Investigación de Ingeniería (Internet Research Task Force)

<sup>36</sup> TNP: Nuevo Protocolo de transferencia (Network News Transfer Protocol)



redes como Avantel, Miditel, AT&T, y UniNet. UniNet actualmente brinda servicios de Frame Relay, Internet y X25.

### I.3 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES

#### Definición de red

Una red es un conjunto de dispositivos de cómputo interconectados entre sí, que permite a los usuarios comunicarse, compartir información y recursos.

#### Clasificación de las redes

En función de la escala que tienen las redes se distinguen tres grandes grupos de redes:

- **Redes de área local:** agrupaciones de computadoras con longitud no mayor a 1 km. Se les conoce como redes locales (LAN<sup>37</sup>).
- **Redes de área metropolitana:** redes de longitud aproximada a 10 Km. , son conocidas como (MAN<sup>38</sup>).
- **Redes de área extendida:** redes que abarcan un país e incluso un continente. Su denominación habitual es red de área amplia (WAN<sup>39</sup>).
- **Internet:** es la red de redes. Agrupa a todo el planeta y, por tanto es mayor a una red de área amplia (WAN).
- **Intranet:** redes de área local (LAN) instaladas en las empresas que utilizan tecnología de comunicación de datos para operar de forma interna sin necesidad de conectarse al Internet o a otras redes. Este concepto aplica muy bien a las redes locales dentro de las empresas.
- **Extranet:** son redes de dimensión variable que agrupan computadoras que se encuentran ubicados en distintos puntos geográficos de una ciudad o país.

---

<sup>37</sup> LAN: Red de Área Local (Local Area Network)

<sup>38</sup> MAN: Red de Área Metropolitana (Metropolitan Area Network)

<sup>39</sup> WAN: Red de Área Amplia (Wide Area Network)



## I.4 REDES LAN

Las redes LAN son habitualmente redes privadas restringidas en longitud que sirven para que las computadoras de una empresa, o universidad, compartan un medio común de transmisión. Los anchos de banda que utilizan oscilan entre los 10 y 100 Mbps. Son redes sujetas a un porcentaje bajo de errores en transmisión y donde las necesidades de gestión son mínimas. Cumplen funciones de compartir recursos como archivos, impresión, etc.



Figura 1.4 Diagrama de una red local (LAN).

### Topología de las Redes Locales (LAN)

La forma de organizarlas se le denomina topología. De acuerdo a este concepto se clasifican en 3 diferentes tipos:

- Bus
- Anillo
- Estrella

#### Bus

Es una topología con arquitectura lineal de área local (LAN) en la que los envíos de las diferentes estaciones de la red se propagan a todo lo largo del medio de transmisión y son recibidas por todas las estaciones.

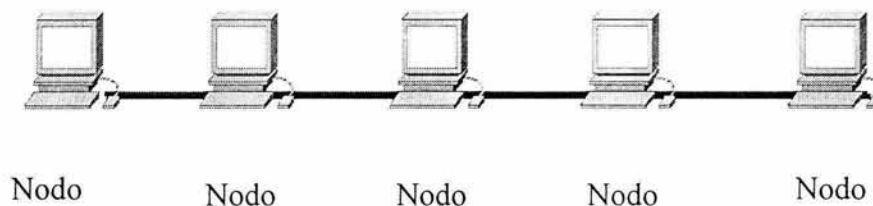


Figura 1.5 Red LAN en BUS.



### Anillo

Una topología en anillo es una arquitectura que consta de una serie de dispositivos conectados el uno con el otro por medio de enlaces de transmisión unidireccionales para formar un solo lazo cerrado en forma de anillo tanto Token Ring/IEEE 802.5, como FDDI implementa una topología anillo. En esta arquitectura cada nodo tiene la responsabilidad de retransmitir la señal al siguiente extremo. Todas las transmisiones son escuchadas por los nodos conectados al anillo.

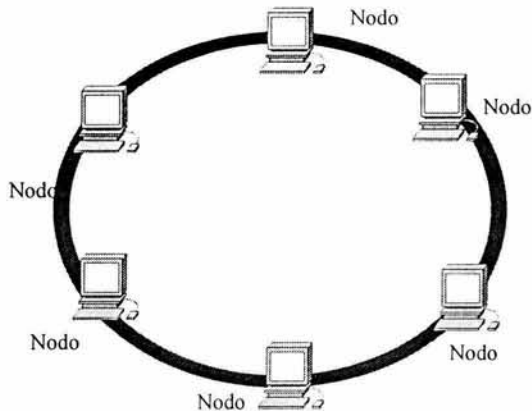


Figura 1.6 Red LAN en Anillo.

### Estrella

Una topología estrella es una arquitectura de LAN en la que los puntos extremos de la red se conectan hacia un concentrador (hub) central común, o switch, por medio de enlaces dedicados. La concentración de la información de todos los nodos en el concentrador puede provocar congestión.

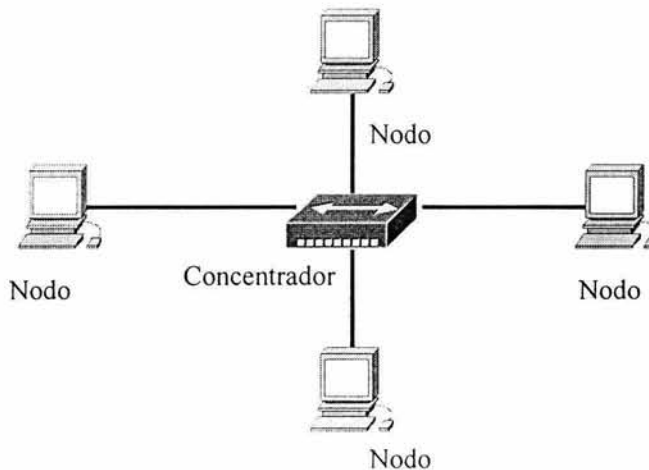


Figura 1.7 Red LAN en Estrella.



## Dispositivos de las LAN

Entre los dispositivos de uso más común en las LAN se encuentran:

- Repetidores
- Concentradores
- Puentes
- Switches LAN
- Enrutadores

Un repetidor es un dispositivo de la capa física que se utiliza para interconectar los segmentos de cable en una red extendida. En esencia, un repetidor hace posible que una serie de segmentos de cable se comporte como un solo cable. Los repetidores reciben señales de un segmento de red y amplifican, resincronizan y retransmiten esas señales hacia otro segmento de la red. Estas acciones evitan el deterioro en la señal provocado por la presencia de tramos de cable de gran longitud y la gran cantidad de dispositivos conectados a la red. Los repetidores no pueden llevar a cabo un filtrado complejo ni otro tipo de procesamiento de tráfico. Además, todas las señales eléctricas, incluyendo los disturbios eléctricos y demás errores, se repiten y amplifican. El total de repetidores y segmentos de red que se pueden conectar está limitado por la temporización y otros problemas.

Un concentrador (hub), es un dispositivo de la capa física que conecta varias estaciones de usuario por medio de un cable dedicado. Las interconexiones eléctricas se establecen dentro del concentrador. Los concentradores se utilizan para conformar una red con topología física en estrella que a su vez conserva la topología lógica en bus o la configuración en anillo de LAN. En algunos aspectos, el concentrador actúa como un repetidor multipuerto. La figura 1.8 muestra un repetidor que conecta a dos segmentos de red.

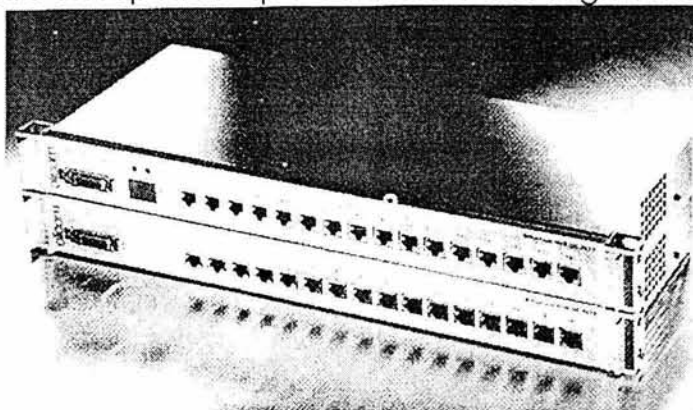


Figura 1.8 Concentrador para una red Local.



Un extendedor LAN es un switch multicapa de acceso remoto que se conecta a un enrutador host. Los extendedores de LAN transfieren el tráfico de todos los protocolos estándar de la capa de red (como IP, IPX y Apple Talk), y filtran el tráfico con base en la dirección MAC o el tipo de protocolo de la capa de red. Los extendedores de LAN son fácilmente escalables debido a que el enrutador host elimina las señales de multidifusión y difusión no deseadas. Los extendedores de LAN, sin embargo, no pueden segmentar el tráfico o crear barreras de protección. En la figura 1.9 se muestran un switch de marca cisco.

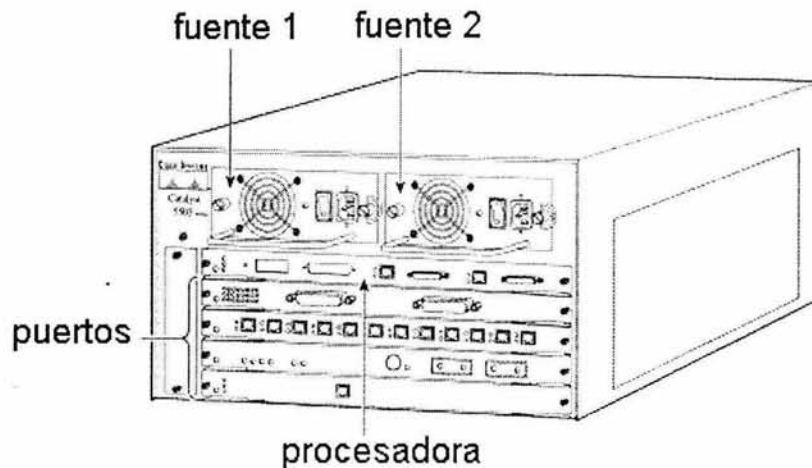


Figura 1.9 LanSwitch Cisco.

Las redes LAN están basadas en los estándares del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE<sup>40</sup>), se encuentran clasificados de la siguiente manera:

- Ethernet
- Fast Ethernet
- Gigabit Ethernet

### IEEE 802.3 y Ethernet

El estándar IEEE 802.3 data de 1985, se basa en el protocolo Ethernet creado por Xerox en los años setenta. Contiene la especificación de un protocolo basado en acceso por contienda utilizando el mecanismo CSMA/CD sobre el control de acceso al medio. Ethernet se diseñó para un entorno de LAN con tráfico esporádico y con pequeñas puntas de tráfico. El estándar especifica el formato de las tramas de control del enlace, el nivel físico y la especificación del

<sup>40</sup> IEEE: Instituto de Ingenieros Electricos y Electrónicos



medio. Aunque son muy similares existen entre ambos algunas pequeñas diferencias.

IEEE 802.3 se basa en la especificación original de Ethernet, recogiendo la filosofía de protocolos del IEEE. La especificación de Ethernet 2 se realizó entre Digital, Intel y Xerox por lo que se le suele denominar también DiX Ethernet, siendo compatible con la especificación IEEE 802.3

Normalmente, la especificación del protocolo se encuentra en una tarjeta de red en la que ya van incluidos los circuitos que realizan las funciones de detección de portadora en el medio y todos los mecanismos de funcionamiento de CSMA/CD. IEEE 802.3 admite la utilización de distintos tipos de cable para la transmisión de la información. Esta situación se define en la tabla 1.1.

Característica	Ethernet	10Base5	10Base2	10Base-T	10BaseFL	100Base-T
Velocidad	10	10	10	10	10	100
Longitud max.	500	500	185	100	2000	100
Topología	Bus	Bus	Bus	Estrella	Punto a punto	Bus
Medio	Coaxial 50 Ohm	Coaxial 50 Ohm	Coaxial de 50 Ohm (fino)	Par trenzado	Fibra óptica	Par trenzado

Tabla 1.1 Especificaciones de Ethernet de IEEE.

Una de las implantaciones más comunes de Ethernet es mediante el uso de un cable de par trenzado y un concentrador. Cuando se utiliza esta estructura para la Ethernet se suele referir a la misma como Ethernet 10BaseT.

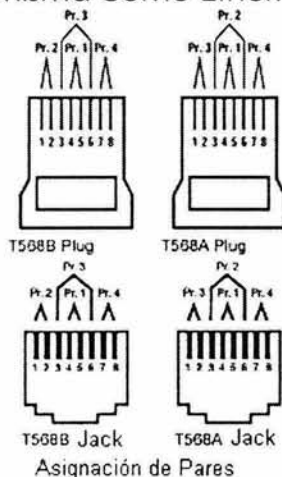


Figura 1.10 Conector RJ45 que se utiliza para una red local Ethernet.





## Fast Ethernet

Desde la aparición del estándar IEEE 802.3, se ha ido demandando una red que permitiese una mayor velocidad de transmisión. La especificación de una red Ethernet a 100 Mbps se denomina 100BaseT. Su concepción es la de mantener el nivel de enlace (MAC), del estándar IEEE 802.3, pero modificado, ya que debe manejar mayores velocidades de transmisión, medios físicos de transmisión distintos al definido en el estándar de Ethernet. Existen tres medios definidos por Fast Ethernet:

- 100BaseTX, sobre dos hilos de par trenzado STP o UTP de categoría 5.
- 100BaseT4, sobre cuatro hilos de par trenzado STP o UTP de categoría 3, 4 ó 5.
- 100BaseFx sobre fibra multimodo.

Las redes Fast Ethernet tienen un mecanismo denominado autonegociación que permite a un dispositivo intercambiar información con el concentrador al que se encuentra conectado para informarle de sus capacidades. Esta información se envía mediante pulsos que permiten comprobar la integridad del enlace de la misma forma en que lo maneja Ethernet.

En este proceso de autonegociación el dispositivo y el concentrador intercambian información sobre la velocidad de transferencia, ya que los concentradores Fast Ethernet también suelen admitir conexiones Ethernet a 10 Mbps, modo de comunicación full-duplex para aquellos dispositivos que lo permitan, y una configuración automática de aquellos nodos con 100BaseTX o 100BaseT4. Si un extremo del enlace no admite la autonegociación se pone automáticamente en el modo 10BaseT.

En este entorno, en el que puede haber dispositivos a 10 Mbps y 100 Mbps los concentradores han de realizar una función intermedia para adaptar los flujos entre estos dos tipos de dispositivos. Por ello es necesaria la existencia de un sistema de control de flujo mediante el cual el concentrador, cuando una estación le envía un flujo de información muy grande y se le van llenando los buffers de comunicación con el nodo más lento puede enviarle una trama especial para indicarle que deje de enviar. Cuando vuelva a disponer de sitio vuelve a enviar una trama indicándole que puede continuar. Si llegase información al concentrador cuando éste tiene su buffer lleno tiraría las tramas que no es capaz de almacenar temporalmente.



## Gigabit Ethernet

Es una extensión del estándar IEEE 802.3, pero multiplicado por 10 la velocidad de Fast Ethernet, hasta una velocidad de 1 Gbps. Surge con la necesidad de ofrecer un protocolo con mayor ancho de banda y las ventajas de sus antecesores como el Ethernet y Fast Ethernet.

Para conseguir una velocidad de 1 Gbps, se modifican las características del nivel físico del estándar IEEE 802.3. El resto de niveles hacia arriba permanece igual.

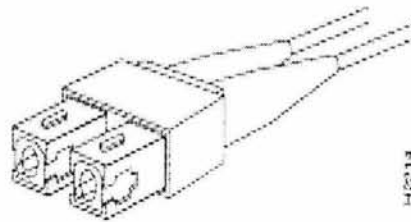


Figura 1.11 Conector Duplex sc para fibra óptica

La especificación de Gigabit Ethernet considera el uso de tres medios de transmisión: onda larga (LW) con un láser por fibras monomodo o fibra multimodo, llamado también 1000BaseLX, onda corta (SW) con un láser sobre fibra multimodo, llamado también 1000BaseCX. Se está definiendo un nuevo medio sobre cable UTP categoría 5, que permitirá aprovechar la mayor parte del cableado actual que ya existe en muchos edificios.

La especificación de distancias va desde los 25 m para 1000BaseCX, para la interconexión directa de equipos en una misma habitación, a los 400-500 m para 1000BaseSW y los 3 Km para 1000BaseLW.



## II.5 REDES DE AREA METROPOLITANA (MAN)

Son redes que tienen una mayor dimensión, contienen una cantidad de nodos mayor a la de una LAN. Requieren de una mayor cantidad de servicios y equipo, complementan sus servicios con Internet.

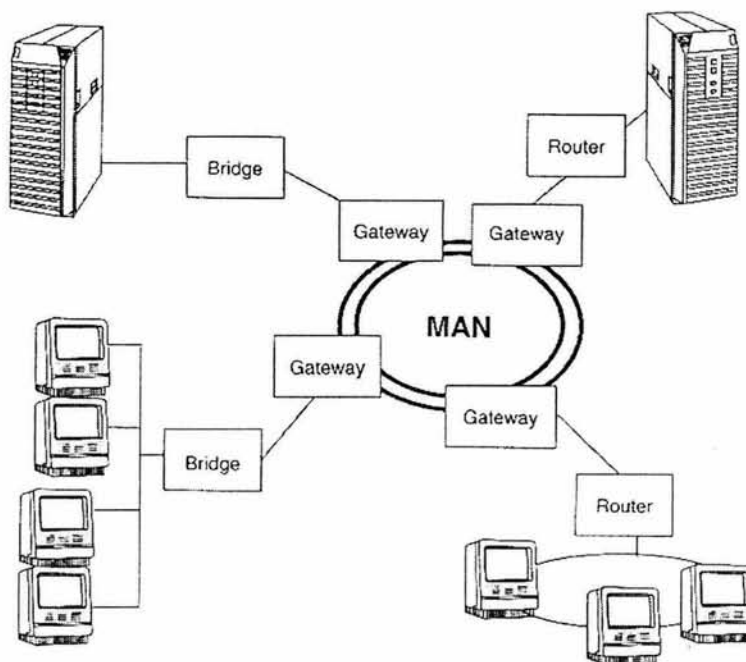


Figura 1.12 Red metropolitana.

Los estándares de redes MAN cubren una superficie intermedia entre una LAN y una WAN. Su objetivo se establece en torno a la interconexión de edificios en un campus o la interconexión de redes locales no muy lejanas entre sí. Este tipo de redes puede utilizar tecnologías de redes locales, o técnicas de comunicación propias que permitan disponer de mayor velocidad.

### Interfaz de Datos Distribuidos (FDDI)

Se desarrolló por ANSI a mediados de los años ochenta. Especifica una red de fibra óptica para la transmisión a 100 Mbps utilizando un anillo doble, con acceso por paso de testigo. Su uso como red troncal, y por tanto, para extensiones de redes MAN, se debe a su alta velocidad y a que, al utilizar fibra óptica, permite conectar nodos que estén mucho más separados que lo que se podría conectándolos con cable de cobre.



## Modelo

La interfaz de Datos Distribuidos (FDDI) utiliza un anillo doble, llamado anillo primario y secundario. Durante un funcionamiento normal la información se transmite por el anillo primario quedando el otro libre. El objetivo de este doble anillo es ofrecer una mayor tolerancia a las fallas, si un enlace queda fuera de servicio el sistema se configura automáticamente para continuar operativo.

Como ocurre en otros modelos de red, FDDI define:

- **El control de acceso al medio:** su acceso, manejo del testigo, formatos de trama, direccionamiento, etc.
- **El protocolo de enlace físico:** procedimientos de codificación/decodificación de datos, requisitos de temporización y manejo de tramas.
- **El medio físico:** características del medio de transmisión, niveles de potencia óptica, tasa de error, componentes ópticos y conectores.
- **Administración de estaciones:** configuración del anillo, configuración de las estaciones, funciones de control de anillo, inserción y eliminación de estaciones, actuación frente a fallos, recolección de estadísticas, etc.

En la figura 1.13 se puede observar la relación de FDDI con el modelo de referencia OSI. Como se observa FDDI sólo especifica el nivel físico y la parte baja del nivel de enlace, por lo que sobre FDDI se pueden utilizar protocolos de niveles superiores como TCP/IP o IPX.

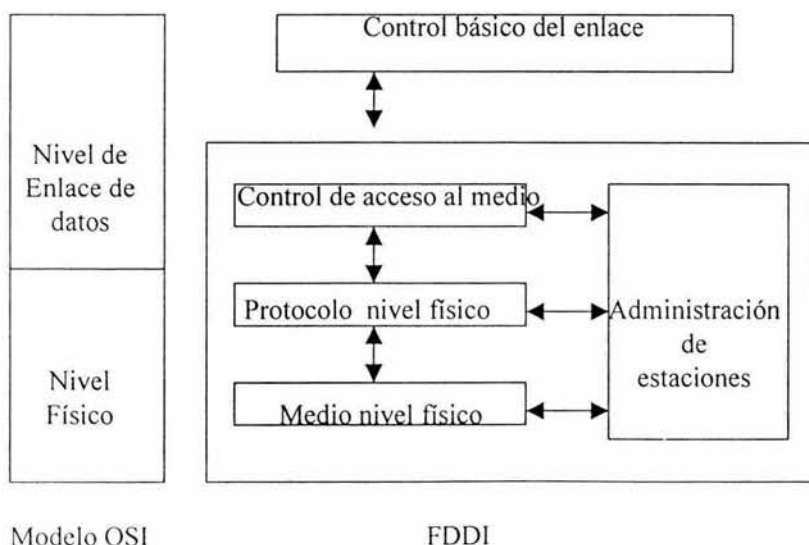


Figura 1.13 Relación del modelo OSI con la especificación FDDI.



## Componentes

En FDDI se definen tres tipos de componentes que se pueden conectar al anillo:

- **Estaciones de acoplamiento simple (SAS)<sup>41</sup>:** Se conectan sólo a uno de los anillos a través de un concentrador. La ventaja de las estaciones de acoplamiento simple (SAS) es que no afectan al funcionamiento del anillo si dejan de funcionar o se apagan.
- **Estaciones de acoplamiento doble (DAS)<sup>42</sup>:** Tienen dos puertos, A y B. Ambos puertos se conectan a los anillos FDDI, y por tanto, se conectan tanto al anillo primario como al secundario. Si una estación de acoplamiento doble (DAS) se desconecta o apaga afecta al anillo que necesitaría de una reconfiguración.
- **Concentradores:** son los elementos que permiten crear el anillo, ya que sirven de conexión de los enlaces que conforman los anillos primario y secundario, estando conectados a ambos. Aseguran que si una estación de acoplamiento sencillo (SAS) se apaga, el anillo sigue funcionando.

La principal característica de FDDI es su doble anillo. Si una estación o concentrador falla, o se apaga, o se rompe un enlace de fibra, el anillo se configura automáticamente para utilizar el anillo secundario, de forma que se tenga de nuevo un anillo. Se puede ver la reconfiguración en la figura 1.14 donde se puede observar la formación de un nuevo anillo aprovechado el anillo secundario.

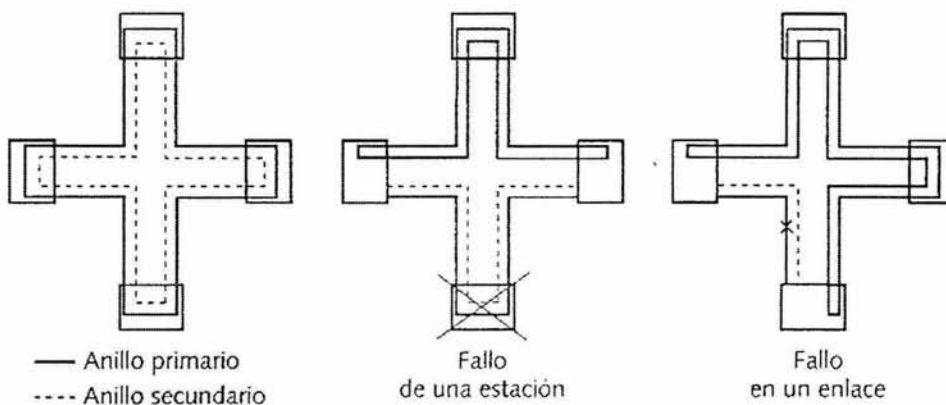


Figura 1.14 Reconfiguración de FDI cuando falla una estación o un enlace.

<sup>41</sup> SAS: Single Attachement Station

<sup>42</sup> DAS : Double Attachement Station



## Control de acceso al medio

FDDI utiliza un método de acceso con paso de testigo como el que se usa en Token Ring. Cuando una estación desea transmitir captura el testigo, lo modifica, lo emite y empieza a transmitir. Cuando le llega de vuelta vuelve a generar el testigo. El testigo se pasa de una estación a la siguiente del anillo hasta que alguna desea transmitir.

## Formato de tramas

En esta comunicación las tramas, que se puede ver en la figura 1.15, tienen el siguiente formato:

- **Preámbulo**
- **Comienzo:** indica el inicio de la trama.
- **Control de trama:** indica el tamaño de los campos de control y si la información pertenece a un servicio síncrono o asíncrono.
- **Direcciones de destino y origen:** campos de direcciones de seis bytes cada uno.
- **Datos:** el tamaño de este campo está limitado por el tiempo máximo que una estación puede retener el testigo.
- **Secuencia de control de trama:** campo que se calcula con la información de la trama. La estación destino vuelve a hacer el cálculo con la información recibida y comprueba que se corresponde con este campo, para determinar si la información se dañó durante la transmisión.
- **Finalizador:** Indicador de final de la trama
- **Estado de trama:** campo de un byte que termina la trama. Contiene un bit indicando que se reconoció la dirección de destino, y un bit para determinar si se copió la información.



Préambulo	Comienzo	Control de Trama	Finalizador
-----------	----------	------------------	-------------

Trama de FDDI

Préambulo	Comienzo	Control de Trama	Dirección de destino	Dirección de Origen	Datos	Comprobación de Trama	Finalizador	Estado de trama
-----------	----------	------------------	----------------------	---------------------	-------	-----------------------	-------------	-----------------

Figura 1.15 Formato de las tramas.

## Servicios

Con estas características FDDI puede ofrecer varios modos de servicio:

- **Servicio asíncronos:** la red funciona con un testigo, y cada estación puede capturarlo y utilizarlo para tener permiso para transmitir. En este modo de servicio no existe ningún tipo de prioridad sobre determinados tráficos.
- **Servicio síncronos:** en el caso de uso de tráfico multimedia, como una video conferencia, se desea garantizar unos retrasos mínimos. El servicio síncrono permite dar prioridad a ciertos tráficos para garantizar tiempos de transmisión. El resultado es una reserva de parte del ancho de banda para este tipo de tráficos.



## Topología de Doble Bus Direccional (DQDB)

Definido en el estándar IEEE 802.6, es un protocolo de comunicación de la capa de enlace, diseñado para redes metropolitanas. La especificación DQDB indica una topología de doble bus unidireccional que conecta a todos los sistemas.

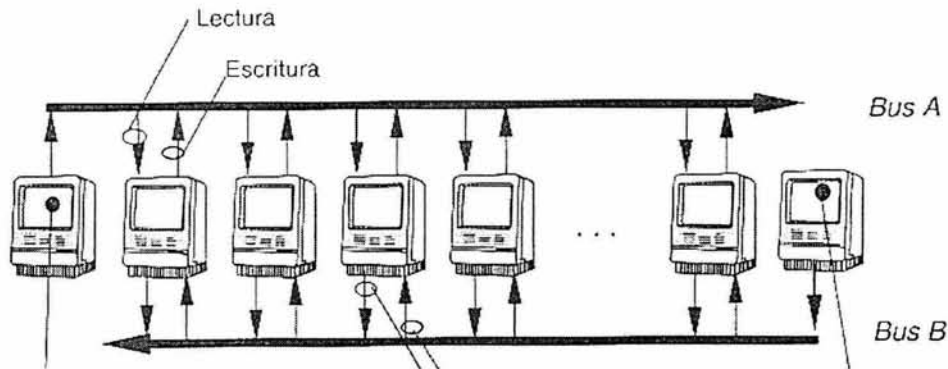


Figura 1.16 Arquitectura de doble anillo de las redes metropolitanas.

Tiene similitudes con las redes con testigo, la topología de doble bus direccional (DQDB) ocupa el bus con ranuras de tiempo en la que cualquier estación puede poner información cuando lo desee si encuentra una ranura libre. De esta forma el bus es un medio compartido, ya que el nodo siempre puede acceder al medio hasta que se sature.

Cada ranura tiene una longitud de 53 bytes, de los cuales se utilizan 5 para la cabecera y 48 para los datos. Los nodos pueden transmitir paquetes de información de hasta 9.188 bytes. Para realizar esta transmisión los paquetes se dividen en porciones de 48 bytes para que encajen en las ranuras y en el destino se vuelvan a ensamblar.

## Servicios de Datos Multimegabit (SMDS)

Es un servicio de alta velocidad sobre redes públicas desarrollado por Bellcore. Utiliza fibra óptica o cobre para ofrecer velocidades de 1.566 Mbps por líneas DS-1, o 45 Mbps por líneas DS-3. Utiliza la misma tecnología de transmisión de celdas de tamaño fijo que ATM.

La tecnología de Servicio de Datos Multimegabit (SMDS) deja la comprobación de errores y el control del flujo de la comunicación a los nodos finales. De esta forma, la red sufre menos sobrecarga dejando esta





responsabilidad al nodo terminal. Ello es posible porque las redes actuales ocasionan pocos errores en las comunicaciones. Esta norma es compatible con la norma de redes de área metropolitana IEEE 802.6, y utiliza DQDB como método de acceso al medio o interfaz de red.

La topología de Servicio de Datos Multimegabit (SMDS) es un servicio de transporte no orientado a conexión, en la que cualquier nodo se puede comunicar con cualquier otro nodo, sin necesidad de establecer una conexión. De esta forma se pueden extender las técnicas de comunicación propias de una red de área local (LAN) a un área metropolitana (WAN). Una vez que la información entra en una red de topología de servicio de datos Multimegabit (SMDS) se dirige a cualquier número de nodos.

Es un servicio apropiado para aquellas empresas que necesitan conmutar sus líneas de comunicación con muchos lugares diferentes. En este sentido entra en competencia con el servicio que ofrece la retransmisión de tramas (Frame Relay).

## II.6 REDES DE AREA AMPLIA (WAN)

Es una red de comunicación de datos que tiene una cobertura geográfica relativamente grande y suele utilizar las instalaciones de transmisión que ofrecen compañías portadoras de servicios como las telefónicas. Las tecnologías WAN operan en las tres capas inferiores del modelo de referencia OSI: la capa física, la capa de enlace de datos y la capa de red. La figura 1.17 muestra las redes de área amplia (WAN) más usuales y el modelo OSI.

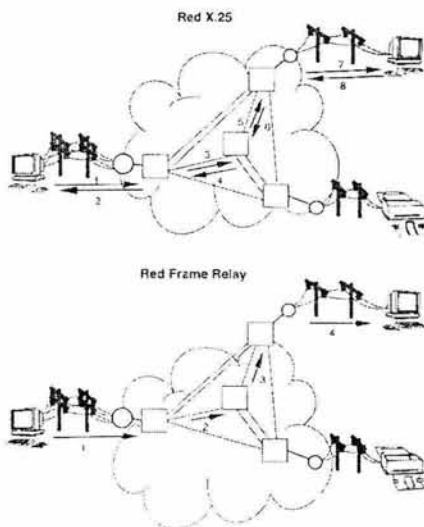


Figura 1.17 Redes Wan X.25 y Frame Relay.



## Enlaces punto a punto (PP)

Un enlace punto a punto proporciona una sola trayectoria de comunicaciones WAN preestablecida desde las instalaciones del cliente, a través de una red de transporte como una compañía telefónica, hasta una red remota. A los enlaces punto a punto también se les conoce como líneas privadas, puesto que su trayectoria establecida es permanente y fija para cada red remota a la que se llegue a través de las facilidades de larga distancia. La compañía de larga distancia reserva varios enlaces punto a punto para uso exclusivo del cliente. Estos enlaces proporcionan dos tipos de transmisiones:

- **De datagramas:** que están compuestas de tramas direccionadas de manera individual y
- **Transmisiones de ráfagas de datos:** que están compuestas de una ráfaga de datos para la que la verificación de dirección se presente sólo una vez. La figura 1.18 muestra un típico enlace punto a punto a través de una red de área amplia (WAN).



Figura 1.18 Diagrama de una red de área amplia (WAN).



## Conmutación de Circuitos

La conmutación de circuitos es un método de conmutación WAN en el que se establece, mantiene y termina un circuito físico dedicado a través de una red de transporte para cada sesión de comunicación. La conmutación de circuitos maneja dos tipos de transmisiones: de datagramas y transmisiones. Utilizada de manera muy generalizada en las redes de las compañías telefónicas, la conmutación de circuitos opera de forma muy parecida a una llamada telefónica normal. La Red de Servicios Integrados (ISDN<sup>43</sup>) es un ejemplo de una tecnología WAN de conmutación de circuitos como se muestra en la figura 1.19.

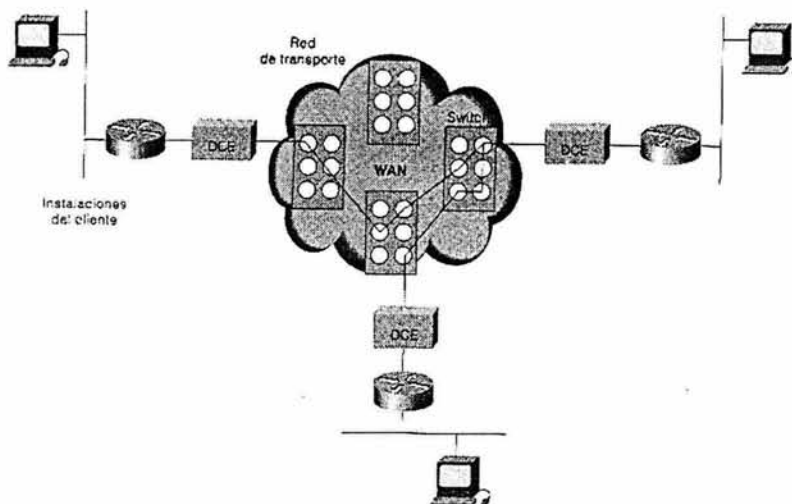


Figura 1.19 Una red de área amplia (WAN) de conmutación de circuitos.

## Conmutación de paquetes

Éste es un método de conmutación WAN en el que los dispositivos de la red comparte un solo enlace punto a punto para transferir los paquetes desde un origen hasta un destino a través de una red de transporte. El multiplexaje estadístico se utiliza para permitir que los dispositivos compartan estos circuitos. ATM, Frame Relay, SMDS<sup>44</sup> y X25, son ejemplos de tecnologías WAN de conmutación de paquetes, las cuales se muestra en la figura 1.19.

<sup>43</sup> ISDN: Red Digital de Servicios Integrados

<sup>44</sup> SMDS: Servicio de Datos Conmutados a Multimegabits

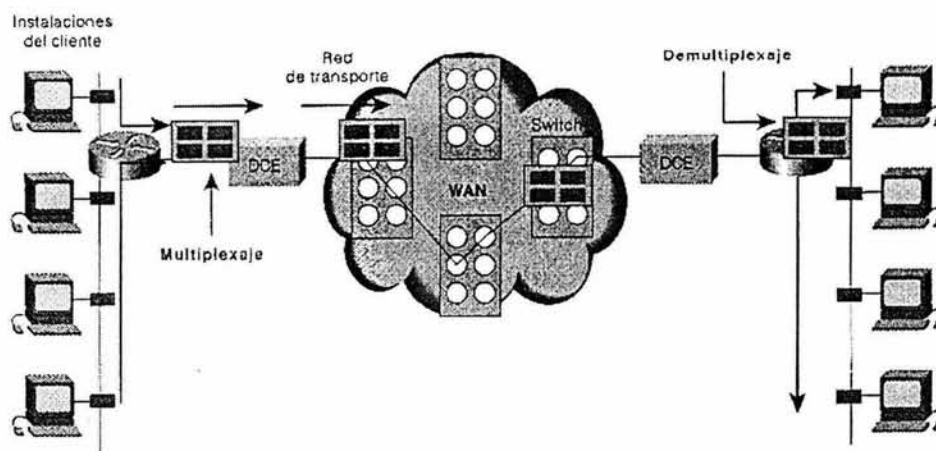


Figura 1.20 La conmutación de paquetes transfiere paquetes a través de una red de transporte.

## Circuitos Virtuales WAN

Un circuito virtual es un circuito lógico creado para asegurar una comunicación confiable entre dos dispositivos de red. Hay dos tipos de circuitos virtuales SVCs (Circuitos Virtuales Conmutados) y PVCs (circuitos virtuales permanentes).

Los circuitos virtuales conmutados (SVC) son circuitos virtuales que se establecen dinámicamente por demanda y se terminan al finalizar la transmisión. La comunicación a través de un SVC tiene tres fases:

- El establecimiento del circuito
- La transferencia de datos
- La terminación del circuito

La fase de establecimiento implica la creación de un circuito virtual entre los dispositivos origen y destino. La transferencia de datos implica la transmisión de datos entre los dispositivos a través del circuito virtual, y la fase de terminación del circuito implica la desconexión del circuito virtual entre los dispositivos de origen y de destino.

Los circuitos virtuales conmutados (SVCs) se utilizan en situaciones donde la transmisión de datos entre los dispositivos es esporádica, en gran medida porque son los SVC se incrementa el ancho de banda utilizado, debido a las fases de



establecimiento y terminación del circuito, pero disminuyen los costos asociados con la disponibilidad constante del circuito virtual.

Un circuito virtual permanente (PVC) es un circuito virtual que se establece de manera permanente y consta de un solo modo: transferencia de datos. Los circuitos virtuales permanentes (PVC) se utilizan en situaciones donde la transferencia de datos entre los dispositivos es constante. Con los circuitos virtuales permanentes (PVC) disminuye el uso del ancho de banda asociado con el establecimiento y terminación de circuitos virtuales, pero se incrementan los costos debido a la constante disponibilidad del circuito virtual.

### Dispositivos de una Red de Área Amplia (WAN)

Las redes de área amplia (WAN) utilizan un gran número de tipos de dispositivos específicos para los ambientes WAN. Ejemplos de estos dispositivos son: switches, servidores de acceso, Modems, Convertidor de Interfaz (CSU/DSU<sup>45</sup>), enrutadores, multiplexores, etc.

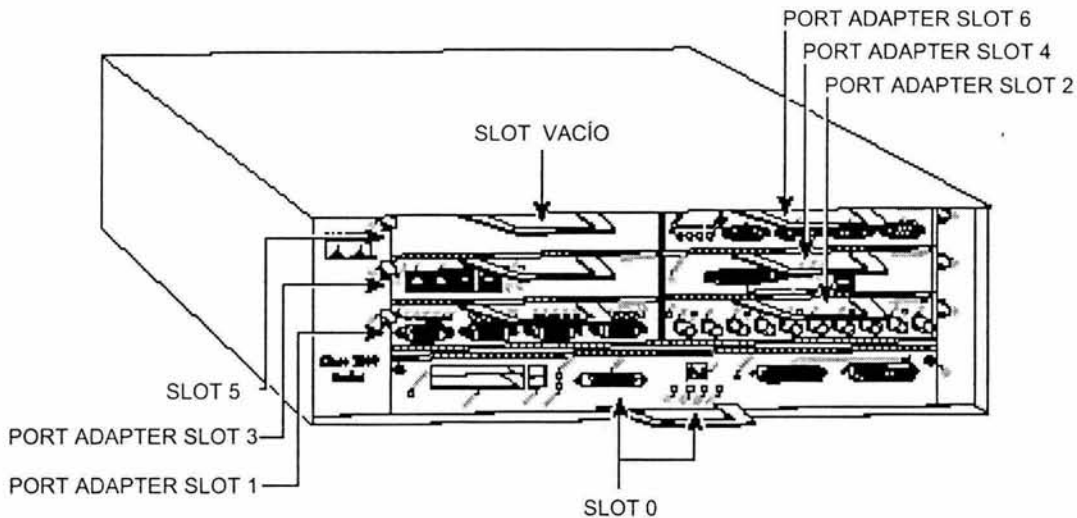


Figura 1.21 Enrutador Serie 7200 de Cisco.

<sup>45</sup> CSU/DSU: Unidad de Servicio Canal/Unidad de Servicio de Datos



## Switch WAN

Es un dispositivo multipuerto de interconectividad de redes que se utiliza en las redes de transporte. Por lo general, conmutan tráfico como el de Frame Relay, X25 y SMDS. Operan en la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI. En la figura 1.22 se muestra a dos enrutadores ubicados en los extremos remotos de un WAN que se encuentran conectados a través de switches WAN.

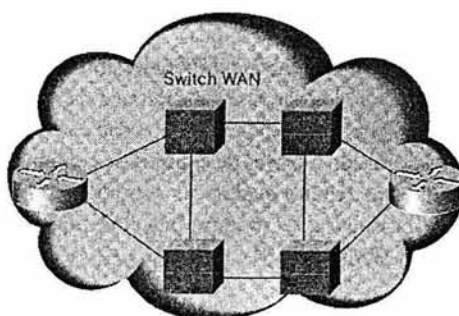


Figura 1.22 dos enrutadores ubicados en los extremos remotos de una WAN se pueden conectar por medio de switches WAN.

## Servidor de Acceso

Un servidor de acceso actúa como un punto de concentración para conexiones de marcación hacia adentro y hacia afuera. La figura 1.23 muestra un servidor de acceso concentrando las marcaciones hacia afuera en una WAN.

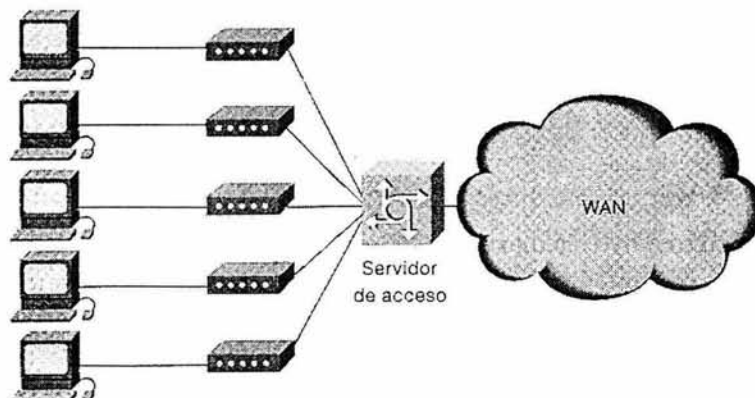


Figura 1.23 Un servidor de acceso concentra conexiones de marcación hacia afuera de una WAN.



## Módem

Un módem es un dispositivo que interpreta señales analógicas y digitales, permitiendo que los datos se transmitan a través de líneas telefónicas sonoras. En el punto origen las señales digitales son convertidas a una forma apropiada para su transmisión a través de equipos de comunicación analógica. En el punto destino, estas señales analógicas son convertidas de nuevo a su forma digital original. La figura 1.24 muestra una conexión simple de módem a módem a través de una WAN.



Figura 1.24 Conexión de módem a módem.

## Convertidor de Interfaz (CSU/DSU)

Una CSU/DSU es un dispositivo de interfase digital que adapta la interfase física de un dispositivo DTE (Equipo Terminal de Datos), como una terminal, a la interfase del dispositivo DCE (Equipo de Comunicación de Datos), como un Switch, en una red conmutada de transporte. La CSU/DSU también proporciona la temporización de la señal para la comunicación entre estos dispositivos. La figura 1.25 muestra la localización de la unidad CSU/DSU en una implementación WAN.



Figura 1.25 CSU/DSU para E3 marca RAD



La necesidad del hombre por comunicarse, lo ha llevado a adentrarse en los campos de la investigación y el desarrollo de la ciencia en la búsqueda de nuevos conocimientos para realizarlo. Por ejemplo, la integración a gran escala de componentes le permitió crear las primeras circuitos que fueron la base de las computadoras de escritorio, las cuales hoy en día son utilizadas en muchos hogares de familias de todo el mundo.

Otro ejemplo son las redes de datos, que han permitido reducir las fronteras que existen geográficamente entre los países de todo el mundo. Hoy en día, los correos electrónicos (email) representan un claro ejemplo de comunicación entre las personas que utilizan el Internet. Para las empresas las redes de datos han permitido reducir sus costos como resultado del uso de redes públicas como Avantel, UniNet y Miditel

La primer red de computadoras tiene su origen en los Estados Unidos (ARPANET), ésta le permitió al hombre moderno establecer la comunicación entre dos lugares distantes. Debido a su éxito, esta situación se replicó en otros países del mundo. En Europa y Asia se presenta esta situación con las redes noruegas de comunicaciones (NORSAR), la red de comunicaciones francesa (CYCLADES). Su uso a nivel mundial propició el establecimiento de normas y estándares de comunicación para ser aplicados en todas las redes del mundo y así poder establecer la comunicación, ya que de otra forma no se podrían haber entendido. Este fenómeno que se replica a nivel mundial, propicia la creación de diferentes protocolos de comunicación y topologías de redes.

Las redes de datos se clasifican en tres: de área local (LAN), metropolitanas (MAN) y de área amplia (WAN).

Las redes de área local (LAN) son utilizadas en las empresas para enlazar las computadoras de sus diferentes departamentos, la mayoría de ocasiones ubicadas en el mismo edificio.

Las redes metropolitanas (MAN) son utilizadas por las universidades para comunicar sus diferentes campus.

Las redes de área amplia (WAN) tienen su aplicación en empresas, instituciones educativas, gubernamentales, et al, para comunicar al nodo central con las oficinas regionales. Utilizan enlaces punto a punto de transmisión proporcionados por compañías telefónicas locales (carriers).





Para implementar las redes de datos se requieren instalar dispositivos de comunicación como: switches, enrutadores, servidores de acceso, modem, etc.

En estas redes, se utiliza un protocolo de comunicación para enlazar a dos computadoras o más como Frame Relay o TCP/IP. Frame Relay es un ejemplo de tecnología de conmutación de paquetes.



## II RED FRAME RELAY

La red Frame Relay se presenta como la primera adecuación de las redes de datos a las nuevas tecnologías digitales de transmisión y a los grandes avances de la integración a gran escala (VLSI<sup>1</sup>) en computación. En un principio este tipo de red se orientó a la transmisión de datos.

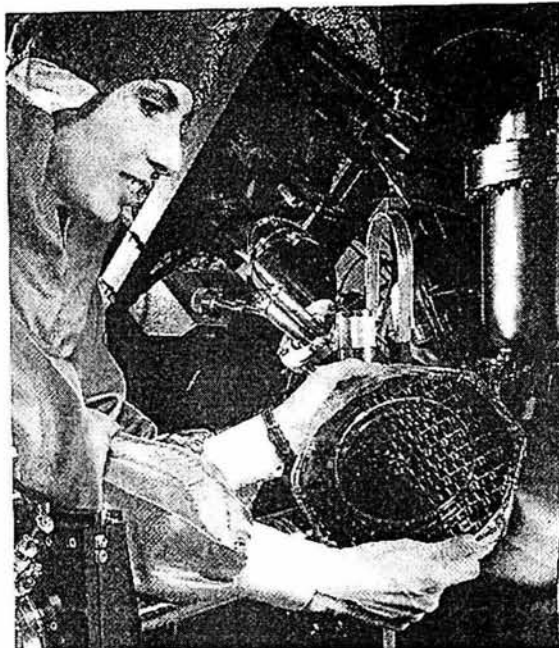


Figura 2.1 Las posibilidades abiertas por la VLSI han sido clave para el desarrollo de nodos de conmutación de altas prestaciones.

Frame Relay es un protocolo de red de área amplia (WAN) de alto desempeño que opera en las capas física y de enlace de datos del modelo de referencia OSI. Originalmente, la tecnología Frame Relay fue diseñada para ser utilizada a través de la Red de Servicios Integrados (ISDN). Hoy en día, se utiliza también a través de una gran variedad de interfases de otras redes.

Frame Relay es un ejemplo de tecnología de conmutación de paquetes. En las redes que utilizan esta tecnología, las estaciones terminales comparten el medio de transmisión de la red de manera dinámica, así como el ancho de banda disponible. Los paquetes de longitud variable se utilizan en transferencias más eficientes y flexibles. Posteriormente, estos paquetes se conmutan entre los

<sup>1</sup> VLSI: Integración de circuitos a muy alta escala.



diferentes segmentos de la red hasta que llegan a su destino. Las técnicas de multiplexaje estadístico controlan el acceso a la red, en una red de conmutación de paquetes. La ventaja de esta técnica es que permite un uso más flexible y eficiente del ancho de banda. La mayoría de las redes de área local (LAN) más aceptadas en la actualidad como Ethernet y Token Ring, son redes de conmutación de paquetes.

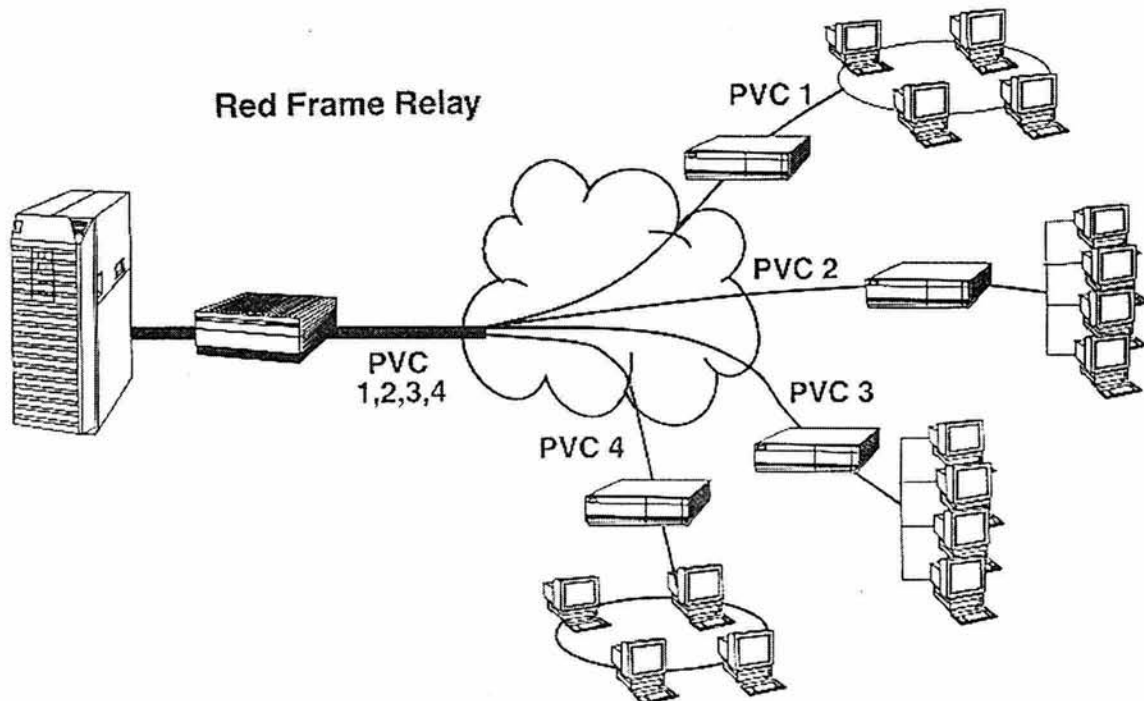


Figura 2.2 Conexión en una red Frame Relay.

En general, las redes Frame Relay se utilizan bajo el concepto de redes públicas. UniNet es una red pública que ofrece servicios de Frame Relay a las empresas, cuenta con equipo instalado por el interior de la República Mexicana para ofrecer, en la mayoría de los casos, a sus clientes servicios de forma local. Esto reduce en una cantidad considerable los costos que realizan las empresas en la integración de sus diferentes sucursales con su nodo central o corporativo.

La red UniNet tiene su origen en el año de 1995 por parte del grupo Telmex como un proyecto que intentaba brindar servicios de banda ancha a los clientes que requieren este tipo de servicio a un bajo costo.



## II. 1 CONCEPTOS BÁSICOS DE FRAME RELAY

Fue estandarizado por el Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT)<sup>2</sup> como un servicio para optimizar el uso de los canales de la Red de Servicios Integrada (ISDN) en banda estrecha y adecuarlos a la transmisión de datos. El tiempo la ha convertido en una red independiente de la Red de Servicios Integrada (ISDN). Su funcionamiento es muy sencillo, siendo el diagrama 2.3 la representación de comunicación entre los usuarios I y J que requieren enviarse información. Lo primero será verificar la existencia del circuito virtual en caso de utilizar conexiones permanentes (PVC) o bien establecer el circuito virtual en el caso de utilizar conexiones conmutadas. Una vez establecida la ruta entre los usuarios la información ya puede ser entregada a la red, aunque deberá ser segmentada en tramas a la que se les añadirán cabeceras y delimitadores de sincronismo. Dentro de la cabecera de cada trama se encuentra el identificador de conexión de enlace de datos (DLCI)<sup>3</sup> que determinará el enrutamiento dentro de la red, prefijado si se trata de un circuito virtual permanente (PVC) o asignado dinámicamente si se trata de un circuito virtual conmutado (SVC).

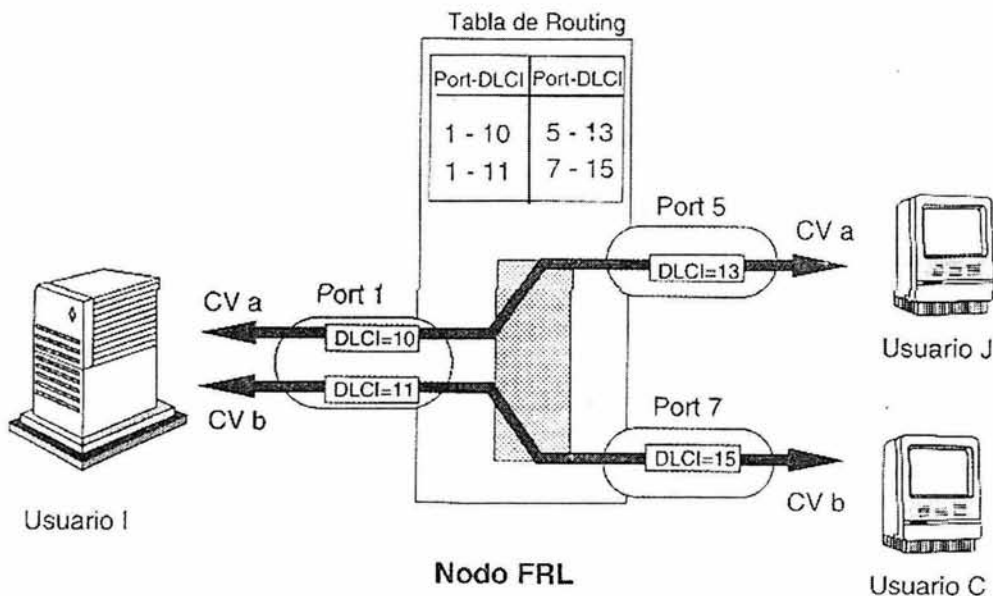


Figura 2.3 Nodo de conmutación de Frame Relay con la tabla de enrutamiento que asocia cada circuito virtual con un puerto de entrada y otro de salida.

<sup>2</sup> CCITT: Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico

<sup>3</sup> DLCI: Identificador de Conexión de Enlace (Data Link Connection Identifier)

**Falta página**

**N° 37**



La conexión entre un dispositivo terminal (DTE) y de comunicación (DCE) consta de un componente de la capa física y otra de la capa de enlace de datos. El componente físico define las especificaciones mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimientos para la conexión entre dispositivos. Una de las especificaciones de interfase de la capa física que más se utiliza es la especificación del RS-232. El componente de la capa de enlace de datos define el protocolo que establece la conexión entre el dispositivo terminal (DTE), que puede ser un enrutador y el dispositivo de comunicación (DCE), que puede ser un switch.

### **Circuitos Virtuales Frame Relay**

Frame Relay ofrece comunicación de la capa de enlace de datos orientada a conexión. Esto significa que hay una comunicación definida entre cada par de dispositivos y que estas conexiones están asociadas con el identificador de conexión. Este servicio se implementa por medio de un circuito virtual Frame Relay, que es una conexión lógica creada entre dos DTE a través de una red de conmutación de paquetes Frame Relay (PSN<sup>5</sup>).

Los circuitos virtuales ofrecen una trayectoria de comunicación bidireccional de un dispositivo terminal (DTE) a otro y se identifica de manera única por medio del identificador de conexión del enlace de datos (DLCI). Se puede multiplexar una gran cantidad de circuitos virtuales en un solo circuito físico para transmitirlos a través de la red. Con frecuencia esta característica permite conectar múltiples dispositivos terminales (DTE) con menos equipo de red y una red menos compleja.

Un circuito virtual puede pasar por cualquier cantidad de dispositivos intermedios (DCE) switches ubicados en la red Frame Relay (PSN).

Los circuitos virtuales Frame Relay caen dentro de dos categorías:

- Circuitos Virtuales Conmutados (SVCs)
- Circuitos Virtuales Permanentes (PVCs)

---

<sup>5</sup> PSN: Red de Conmutación de Paquetes (Packet Switching Exchange)



## Circuitos Virtuales Conmutados

Los circuitos conmutados (SVCs) son conexiones temporales que se utilizan en situaciones donde se requiere solamente de una transferencia de datos esporádica entre los dispositivos terminales (DTE) a través de la red Frame Relay. La operación de una sesión de comunicación a través de un circuito conmutado (SVC) consta de cuatro estados:

- **Establecimiento de la llamada.** Se establece el circuito virtual entre dos dispositivos terminales (DTE) Frame Relay.
- **Transferencia de datos.** Los datos se transmiten entre los dispositivos terminales (DTE) a través del circuito virtual.
- **Ocioso.** La conexión entre dispositivos terminales (DTEs), aún esta activa, sin embargo no hay transferencia de datos. Si un circuito virtual (SVC) permanece en estado ocioso por un período definido de tiempo, la llamada puede darse por terminada.
- **Terminación de la llamada.** Se da por terminado el circuito virtual entre los dispositivos terminales (DTE).

Una vez finalizado un circuito virtual, los dispositivos terminales (DTEs) deben establecer un nuevo circuito virtual (SVC) si hay más datos que intercambiar. Se espera que los circuitos virtuales (SVCs) se establezcan, conserven y finalicen utilizando los mismos protocolos de señalización que se usan en la Red de Servicios Integrados (ISDN). Debido a que pocos fabricantes de equipo soportan circuitos virtuales (SVCs) su utilización real es mínima en las redes actuales de Frame Relay.

## Circuitos Virtuales Permanentes

Los circuitos virtuales (PVCs) son conexiones establecidas en forma permanente, que se utilizan en transferencias de datos frecuentes entre dispositivos terminales (DTEs) a través de la red Frame Relay. La comunicación a través de un circuito virtual (PVC) no requiere los estados de establecimiento de llamada y finalización que se utilizan con los circuitos virtuales (SVCs).



Los circuitos virtuales (PVCs) siempre operan en alguno de los estados siguientes:

- **Transferencia de datos.** Los datos se transmiten entre los dispositivos terminales (DTEs) a través del circuito virtual.
- **Ocioso.** Ocurre cuando la conexión entre los dispositivos terminales (DTEs) está activa, pero no hay transferencia de datos

Los dispositivos terminales (DTEs) pueden comenzar la transferencia de datos en cuanto estén listos ya que el circuito virtual se encuentra establecido de manera permanente.

### Identificador de Conexión de Enlace de Datos (DLCI)

Los circuitos virtuales Frame Relay se identifican a través de los identificadores de conexión del enlace de datos (DLCI). Normalmente los valores del identificador (DLCI) son asignados por el proveedor del servicio Frame Relay. Los identificadores (DLCIs) Frame Relay tienen un significado local, obteniendo como resultado que los valores en sí mismo no son únicos en la red de área amplia (WAN) Frame Relay. Por ejemplo, dos dispositivos terminales (DTEs) conectados a través de un circuito virtual pueden usar un valor diferente de identificador (DLCI) para hacer referencia a la misma conexión. La figura 2.5 muestra cómo se puede asignar a un solo circuito virtual un valor DLCI en cada extremo de la conexión.

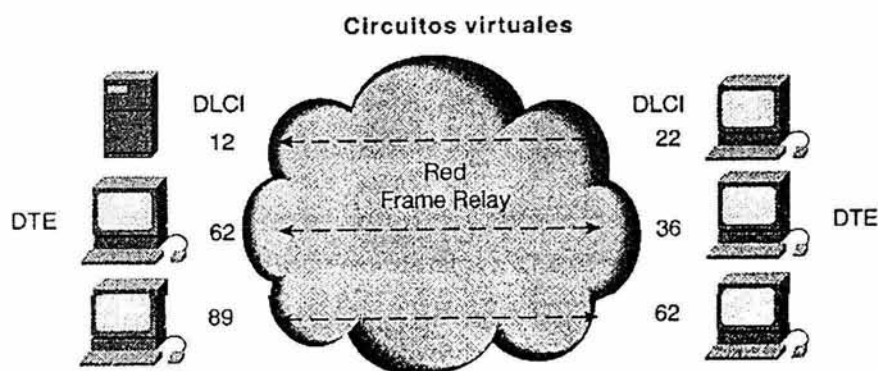


Figura 2.5 A un circuito virtual único Frame Relay se le pueden asignar diferentes DLCIs a cada extremo de un PVC.





## **Mecanismos de Control de la Saturación**

Frame Relay reduce el gasto indirecto de la red, al implementar mecanismos simples de notificación de la saturación, más que un control de flujo explícito por cada circuito virtual. En general Frame Relay se implementa sobre medios de transmisión de red confiables para no sacrificar la integridad de los datos, ya que el control de flujo se puede realizar por medio de protocolos de las capas superiores. La tecnología Frame Relay implementa dos mecanismos de notificación de la saturación:

- Notificación de la Saturación Explícita Hacia delante (**FECN**)
- Notificación de la Saturación Explícita Hacia Atrás (**BECN**)

Tanto la saturación hacia delante (FECN) como la saturación hacia atrás (BECN) son controlados por un solo bit incluido en el encabezado de la trama Frame Relay. También contiene un bit de elegibilidad para descarte (DE), que se utiliza para indentificar el tráfico menos importante que se puede eliminar durante periodos de saturación.

El bit de saturación hacia delante (FECN) es parte del campo de direcciones en el encabezado de la trama Frame Relay. El mecanismo de saturación hacia delante (FECN) inicia en el momento en que un dispositivo terminal (DTE) envía tramas Frame Relay a la red. Si la red está saturada, los switches fijan el valor de los bits de saturación hacia delante (FECN) de las tramas en 1. Cuando las tramas llegan al dispositivo terminal (DTE) de destino, el campo direcciones indica que la trama saturó en su trayectoria del origen al destino. El dispositivo terminal (DTE) puede enviar esta información a un protocolo de las capas superiores para su procesamiento. Dependiendo de la implementación, el control de flujo puede iniciarse o bien la indicación se puede ignorar.

El bit de saturación hacia atrás (BECN) es parte del campo de direcciones en el encabezado de la trama Frame Relay. Los dispositivos de comunicación (DCE) fijan el valor del bit de saturación hacia atrás (BECN) en 1 en las tramas que viajan en sentido opuesto a las tramas con bit de saturación hacia delante (FECN) igual a 1. Esto permite al dispositivo terminal (DTE) receptor saber que una trayectoria específica en la red está saturada. Posteriormente, el dispositivo terminal (DTE) envía esta información a un protocolo de las capas superiores para que sea procesada. Dependiendo de la implementación, el control de flujo puede iniciarse o bien se puede ignorar la indicación.



### **Bit Elegibilidad de Descarte (DE)**

El bit de elegibilidad para descarte (DE) se utiliza para indicar que una trama tiene importancia menor que otra. El bit de descarte (DE) es parte del campo direcciones en el encabezado de la trama Frame Relay.

Los dispositivos terminales (DTE) pueden fijar el valor del bit de descarte (DE) de una trama en 1 para indicar que ésta tiene una importancia menor respecto a las demás tramas. Al saturarse la red, los dispositivos de comunicación (DCE) descartarán las tramas con el bit de descarte (DE) fijado en 1 antes de descartar aquellas que no la tienen. Por lo anterior disminuye la probabilidad de que los dispositivos de comunicación (DCE) de Frame Relay eliminen datos críticos durante el blindaje de saturación.

### **Verificación de errores en Frame Relay**

Frame Relay utiliza un mecanismo para la verificación de errores: verificación de redundancia cíclica (CRC). El CRC compara dos valores calculados para determinar si se han presentado errores durante la transmisión del origen al destino. Frame Relay disminuye el gasto indirecto al implementarse la verificación de errores más que su corrección. Frame Relay por lo general se implementa en medios confiables de transmisión de red, por lo que la integridad de los datos no se sacrifica si la corrección de un error se deja a los protocolos de las capas superiores que operan en la parte más alta de Frame Relay.

### **Interfase de Administración Local (LMI)**

Es un conjunto de avances en la especificación básica de Frame Relay. Fue desarrollada en 1990 por Cisco Systems, StrataCom, Northern Telecom. y Digital Equipment Corporation. Presenta varias características, llamadas extensiones, para la administración de interredes complejas. Las más importantes están el direccionamiento global, los mensajes de estatus de los circuitos virtuales y la multidifusión



### Formato de Trama Frame Relay

Para entender mejor la funcionalidad de Fame Relay es necesario conocer la estructura de la trama de la tecnología Frame Relay. En la figura 2.6 se muestra el formato básico de la trama de Frame Relay.

8	16	Variable	16	8
Indicadores	Direcciones	Datos	FCS	Indicadores

Figura 2.6 El Formato básico de la trama de Frame Relay comprende 5 campos.

Los indicadores señalan el principio y final de la trama. La trama Frame Relay esta formada por tres componentes principales: el área del encabezado y de las direcciones, la porción de los datos de usuario y la secuencia de verificación de trama (FCS). El área de direcciones, que tiene una longitud de 2 bytes, se compone de 10 bits que representan al identificador del circuito y 6 bits de los campos asociados a la administración de la saturación. Este identificador se le conoce como identificador de conexión del enlace de datos (DLCI).

Las funciones de cada uno de los campos es la siguiente:

- **Indicadores:** Delimitan el comienzo y la terminación de la trama. El valor de este campo es siempre el mismo y se representa como el número decimal 7E o el número binario 01111110.
- **Direcciones:** Contiene al identificador (DLCI), dirección extendida (EA), control de saturación, C/R, bit de saturación hacia delante (FECN), bit de saturación hacia atrás (BECN) y bit de descarte (DE).
  - El identificador (DLCI) de 10 bits es la esencia del encabezado de Frame Relay. Este valor representa la conexión virtual entre el dispositivo DTE y el switch. Cada conexión virtual que se multiplexe en el canal físico será representada por un DLCI único.
  - EA (dirección extendida) se utiliza para indicar si el byte cuyo valor EA es 1, es el último campo de direccionamiento. Si el valor es 1, entonces se determina que este byte sea el último octeto DLCI.



- C/R es el bit que sigue después del byte del indentificador (DLCI) más significativo en el campo de direcciones. El bit C/R no está definido hasta ese momento.
  - Control de saturación que consta de 3 bits que controlan los mecanismos de notificación de la saturación en Frame Relay. Estos son los bits de saturación hacia delante (FECN), saturación hacia atrás (BECN) y bit de descarte (DE).
- **Datos:** Contiene la información encapsulada de las capas superiores. Cada trama en este campo de longitud variable incluye un campo de datos de usuario o carga útil que variará en longitud y podrá tener hasta 16,000 bytes. Sirve para transportar el paquete de protocolos de las capas superiores (PDU) a través de una red Frame Relay.
- **Secuencia de Verificación de tramas:** Asegura la integridad de los datos transmitidos. Este valor es calculado por el dispositivo de origen y verificado por el receptor para asegurar la integridad de la transmisión.

## Redes Públicas de larga distancia

En las redes públicas Frame Relay de larga distancia, el equipo de conmutación Frame Relay se ubica en las centrales telefónicas de compañías de larga distancia. A los suscriptores se les cobra determinada cantidad según la utilización de la red. Sin embargo, los clientes no se encargan de administrar y mantener el equipo y el servicio de la red Frame Relay.

El proveedor del servicio de telecomunicaciones también es propietario del equipo de comunicación (DCE). El equipo de comunicación (DCE) puede ser propiedad del cliente, o bien de proveedor del servicio de telecomunicaciones como un servicio para el usuario.

Actualmente la mayoría de las redes Frame Relay son redes públicas que suministran servicios de larga distancia. La red UniNet es una red pública de datos que ofrece el servicio de Frame Relay que a continuación se describe.

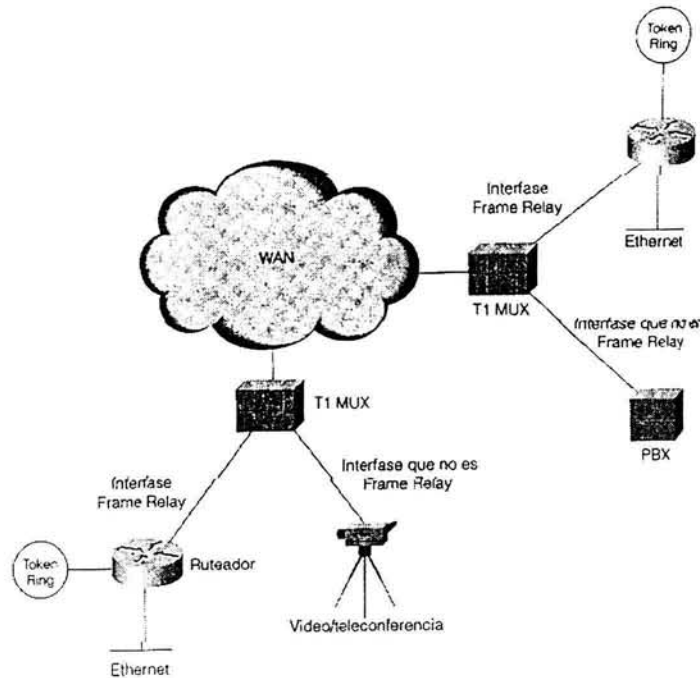


Figura 2.7 Una red sencilla Frame Relay conecta varios dispositivos a diferentes servicios a través de una red WAN.

## II.2 RED DE DATOS FRAME RELAY

En 1995 la dirección de sistemas en Telmex decide crear un grupo de trabajo, su principal objetivo sería formar una red de datos a la que denominan Red Universal Telmex (RUT<sup>6</sup>). El equipo se conforma del personal con el más alto conocimiento en telecomunicaciones y redes de datos. Este equipo de trabajo se complementa con ingenieros egresados de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Politécnico Nacional, se constituye un gran grupo heterogéneo. Se decide instalar equipo para ofrecer servicio en tres distintas plataformas: Frame Relay, Internet y X25.

El proyecto queda a cargo de la Dirección de Ingeniería que se forma de la siguiente manera:

- Consejo Tecnológico
- Ingeniería

<sup>6</sup> RUT: Red Universal Telmex



El Consejo Tecnológico se encarga de realizar la evaluación de nuevos equipos y proyectos en las tres redes: Frame Relay, Internet y X25. Deberá elaborar los documentos que avalen la instalación de nuevas tecnologías en la red.

El área de Ingeniería será la encargada de desarrollar los proyectos de instalación de equipos en la red y su instalación física en los espacios asignados para tal fin.

Este grupo inicia con el objetivo de encontrar equipo adecuado para cubrir las necesidades de los clientes. Son probadas diversas marcas por parte del área de Ingeniería, entidad dedicada a la realización de prueba de equipo, hasta que finalmente se toma la decisión para cada una de las plataformas. El área de Ingeniería se hace cargo de solicitar las adecuaciones<sup>7</sup> necesarias en sitio para la instalación de equipo de la red Frame Relay.

En Frame Relay se toma la decisión de iniciar la red con switches marca Lucent, anteriormente Ascend, así como la instalación de los equipos en las tres más importantes ciudades del país : México, Guadalajara y Monterrey.

Se rentan espacios físicos en las centrales telefónicas de Telmex para instalar los equipos de la red Frame Relay. En este mismo año se decide iniciar el proyecto, el personal con que se cuenta para llevarlo a cabo no rebasa la cifra de 40. En 6 meses se logra la instalación de equipo en esas tres ciudades y comienza la aventura tomando un rumbo de éxito que hasta hoy continúa.

Los primeros grandes clientes de la red son: Bimbo, Gigante, Worldspan, Banorte, etc. Ante la gran aceptación del producto se decide ampliar la cobertura a otras ciudades como: Puebla, Mérida, Hermosillo, Querétaro, León. Actualmente se tiene cobertura en más de 200 ciudades.

El producto que ofrece la red representa grandes ventajas:

- Seguridad en la transmisión de su información.
- Contratación de enlaces locales.
- Disminución en los gastos de renta de enlaces de larga distancia.
- Sistema de gestión.

---

<sup>7</sup> Adecuaciones: Instalaciones físicas en sitio para la implementación de equipos como Energía, espacio físico, clima, etc.



- Asistencia técnica.
- Restablecimiento del servicio por parte del centro de operaciones.
- Instalación y mantenimiento de los equipos del cliente (siempre y cuando se haya contratado)
- Renta de equipo.

Actualmente la red cuenta con más de 3000 clientes, con presencia en más de 300 ciudades.

### II.3 TOPOLOGÍA DE LA RED DE DATOS

La red de Frame Relay esta basada en un modelo jerárquico de tres niveles:

- Dorsal
- Distribución
- Acceso

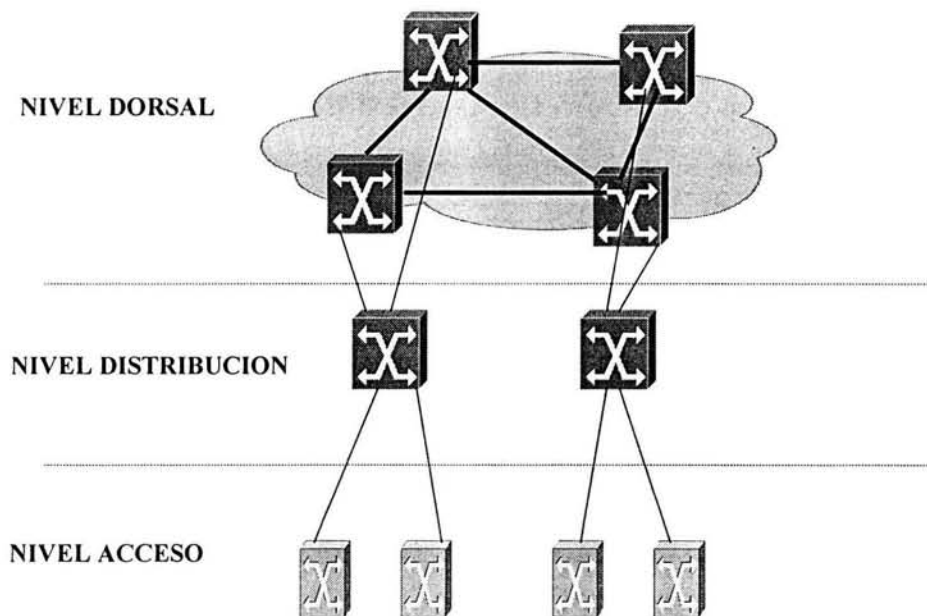


Figura 2.8 Modelo generalizado de la red Frame Relay.



## **Dorsal**

Concentra, distribuye y enruta información de los switch Frame Relay dorsal y distribución. Permite un alto volumen de tráfico. Interconecta a las áreas divisionales formando el "Backbone" nacional.

## **Distribución**

Concentra, distribuye y enruta información de los switch Frame Relay dorsal, distribución y acceso. Permite mantener dentro de la localidad el tráfico local y usar de modo eficiente la dorsal.

## **Acceso**

Concentra, distribuye y enruta la información del usuario de la red, es propiamente el acceso del usuario a la red. Distribuye servicios a los usuarios.

## **Ventajas del modelo**

Las ventajas de utilizar este modelo se pueden observar en 5 puntos.

- Administración
- Seguridad
- Eficiencia
- Mantenimiento
- Evolución

## **Administración**

- Facilidad de control de configuraciones en Switch al ser similares.
- Permitirá una administración distribuida.
- Facilitará la implementación de nuevas tecnologías.

## **Seguridad**

- Control de acceso a los nodos.
- Implementación de protocolos de seguridad.





### **Eficiencia**

- Minimizar el retardo en la información debido a la distribución de niveles.
- Mejor convergencia en la red.
- Mejorar los tiempos de respuesta para los usuarios.
- Optimización de los equipos al especializar sus funciones.

### **Mantenimiento**

- Identificación precisa de fallas.
- Aislar fallas de acuerdo a nivel jerárquico.

### **Evolución**

- El modelo jerárquico permitirá la integración de nuevos usuarios, creciendo la red de manera horizontal, dentro del mismo nivel.
- Facilidad de evolución a nuevas tecnologías

## **II.4 JERARQUÍA DE LA RED DE DATOS**

La jerarquía de la red Frame Relay establece tres distintos niveles:

- Dorsal
- Regional
- Sectorial

Cada nivel realiza una función específica dentro de las características de la red.

### **Dorsal**

Un nodo Dorsal se divide en 2 partes:

- Equipo Dorsal
- Equipo Sectorial

El equipo Dorsal son dos switch de Lucent modelo B-STDX 9000 que se encarga de distribuir el tráfico, cuenta con dos enlaces del mismo ancho de banda que lo interconectan hacia otros dos distintos nodos Dorsales. También se encarga de recibir los enlaces de transmisión que provienen de los nodos regionales. Cuenta con interconexiones a los enrutadores de la red de IP para



aquellos clientes que requieren el servicio de Internet. Se conecta a los equipos sectoriales, ubicados en el mismo edificio, mediante conexiones de alta capacidad (HSSI<sup>8</sup>) con un ancho de banda asignado de 20 Mbps. En la figura 2.8 se muestra el diagrama de conexión de un nodo Dorsal.

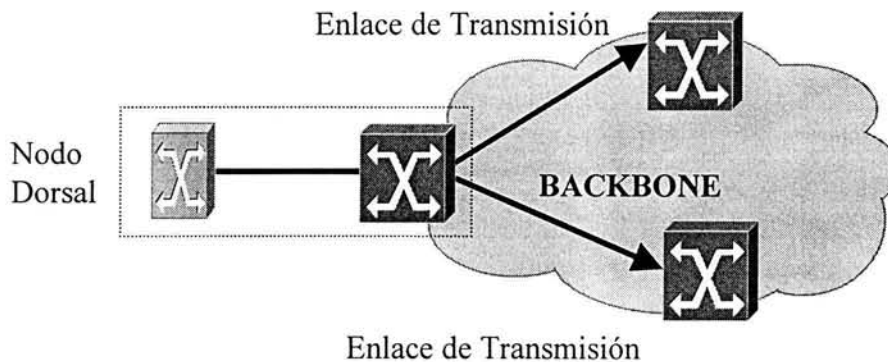


Figura 2.9 Conexión de un nodo Dorsal.

El equipo sectorial también es un Switch de Lucent que sólo recibe a los clientes en sus modalidades de nx64, E1 dedicados, y E3 dedicados según las necesidades.

## Regional

Un Nodo regional se divide en dos partes:

- Equipo Regional
- Equipo Sectorial

El equipo regional es un switch Lucent modelo B-STDx 9000 que se encarga de recibir los enlaces de transmisión de enlaces de nodos sectoriales para interconectarlos a la red. Recibe a los clientes en sus modalidades de nx64, E1 dedicados, y E3 dedicados. Cuenta con dos enlaces conectados a dos diferentes nodos Dorsales en una misma ciudad. Su arquitectura se muestra en la figura 2.10.

<sup>8</sup> HSSI: Interfaz de alta velocidad (High Speed Serial Interfaz)

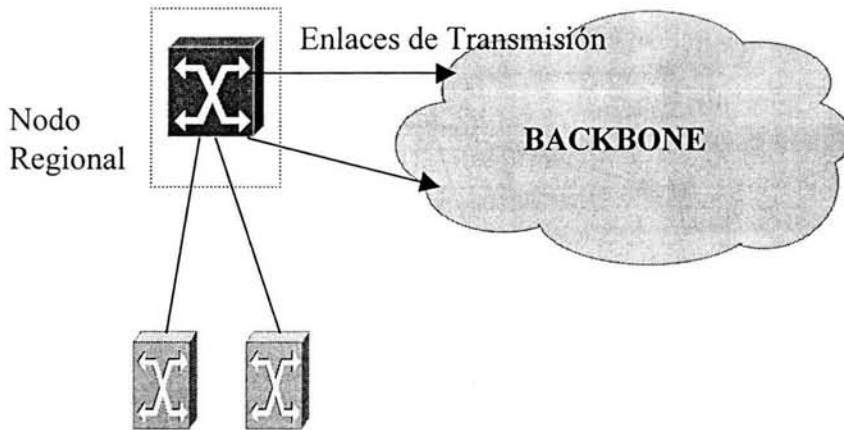


Figura 2.10 Representación de un nodo Regional.

### Sectorial

El equipo sectorial puede ser un switch Lucerit modelo B-STDx 8000 o un enrutador cisco modelo 3640. Sólo tiene un enlace de transmisión que se conecta a un nodo regional más cercano. Si el equipo instalado es un cisco modelo 3640 proporciona servicios nx64 sólo hasta 1024. No ofrece servicios de E1 dedicados o E3. La arquitectura se muestra en la figura 2.11.

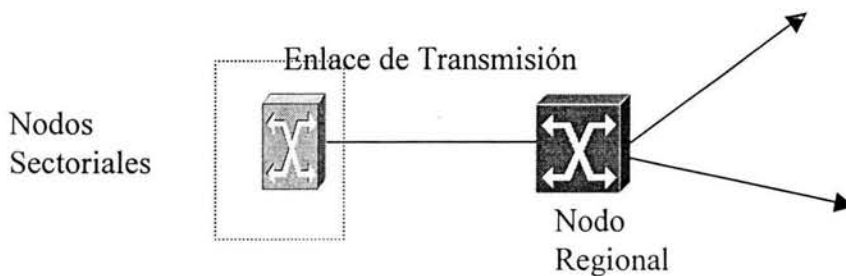


Figura 2.11 Representación de un nodo Regional.



## **II.5 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES DE LA RED DE DATOS**

Para implementar una red de datos es necesario contar con los recursos humanos y materiales suficientes. El personal de la empresa requiere tener conocimientos sólidos en telecomunicaciones.

En las áreas de Ingeniería estará soportado el compromiso del correcto funcionamiento del servicio al cliente. Por ello es importante contar con Ingenieros especialistas en el ramo de las telecomunicaciones, de preferencia con certificaciones en productos como: Cisco, Lucent, Juniper, cableado estructurado, etc. Es primordial resolver los problemas técnicos que se presentan en el servicio brindado a los clientes, su solución correcta y en tiempo consolida la adecuada atención al cliente y garantiza el lograr su total confianza.

Las áreas administrativas representan un pilar en la atención a los clientes, debiendo tener una excelente actitud de servicio para ayudarlos en cualquier trámite que retrase la entrega de sus servicios.

Las herramientas de trabajo: como los equipos de cómputo, los vehículos para transportarse al sitio del problema, la herramienta para instalar y reparar los equipos de la red, apoyarán al personal de la empresa para que la red de datos Frame Relay funcione correctamente.

La responsabilidad de la operación recae en manos de los centros de operación de la red. Ellos son los encargados de operar y mantener en perfecto estado los equipos, medios de transmisión y servicios hacia el cliente. Su atención oportuna brindará apoyo al cliente para el restablecimiento de su servicios en caso de alguna falla.

### **Recursos Humanos**

Para dar el servicio en la red Frame Relay es necesario considerar personal para las siguientes áreas:

- Personal de Ingeniería
- Personal Administrativo
- Personal Operativo



## Personal de Ingeniería

El personal de la dirección de Ingeniería es la encargada de evaluar, diseñar, implementar, y normar las tecnologías utilizadas para la prestación de servicios de la red Frame Relay. Se encuentra estructurada en 4 grandes áreas:

- Subdirección de Infraestructura
- Subdirección de Ingeniería de la red
- Subdirección de Ingeniería de campo
- Subdirección de Planeación

## Personal Administrativo

El personal administrativo tiene las funciones de adquirir, almacenar, controlar, transportar a sitio los equipos de la red de Frame Relay. También tiene a su cargo la nómina y prestaciones del personal que labora en la empresa. Así como la administración de los proyectos del cliente. Finalmente, es el encargado de facturar y apoyar al cliente en la posventa. Esta dividido en 4 grandes grupos:

- Recursos humanos
- Finanzas
- Comercial
- Sistemas

## Personal Operativo

Es el encargado de operar y mantener en condiciones óptimas de operación la red de datos Frame Relay. Se divide en 3 grandes grupos:

- Operación de la red
- Ingeniería de Campo
- Suministro de servicios



## **Recursos Materiales**

Son todos aquellos recursos que son necesarios para implementar, operar y mantener la red Frame Relay. A continuación se listan los recursos materiales

- Vehículos
- Red Local
- Sistema de gestión
- Conmutador
- Computadoras de escritorio y portátiles
- Herramientas de trabajo
- Instalaciones (oficinas)

## **II. 6 EQUIPO DE LA RED DE DATOS**

En las salas de la red de datos se encuentran acondicionados espacios suficientes para la instalación de los equipos de la red Frame Relay. Los equipos son montados sobre gabinetes que tienen una altura de 2 m de alto y 0.8 m de ancho, por la parte frontal cuentan con una puerta con chapa de seguridad. En la parte superior de los gabinetes se ubica un sistema de ventilación que evita el calentamiento de los equipos. La energía que alimenta a los equipos esta protegida por ductos para evitar cualquier riesgo de corto circuito. La sala se encuentra climatizada con aire acondicionado acorde a la cantidad de equipo instalado.

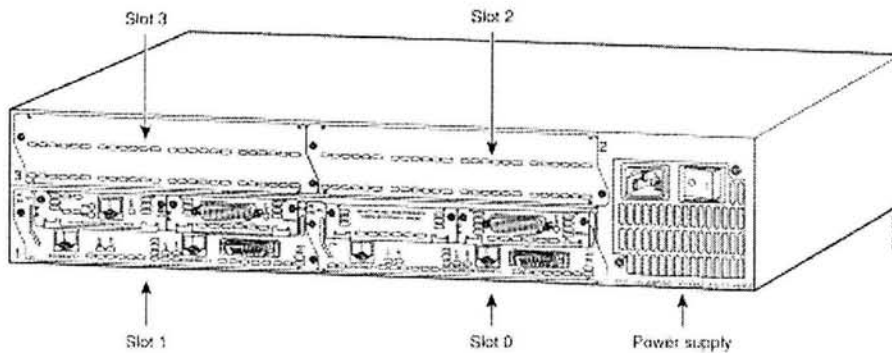
En la red Frame Relay se utilizan 3 distintos modelos de equipo:

- Enrutador Cisco 3640
- Switch Lucent B-STDX 8000
- Switch Lucent B-STDX 9000



### Enrutador Cisco 3640

Este equipo es un enrutador de capacidad mediana que es utilizado para recibir hasta 3 enlaces punto multipunto (PMP) y 2 enlaces dedicados para la comunicación hacia la red. En la parte posterior cuenta con 4 ranuras disponibles para equiparlo con tarjetas 2 puertos E1, 4 puertos Eth. En la figura 2.12 se indican sus especificaciones y tipos de tarjetas.



#PARTE: CISCO3640-DC	
Concepto	Valor
Dimensiones	8.7 x 44.5 x 40.01 cm (2 RU)
Peso	13.6 Kg
Consumo de corriente	5 Amp (-48 VCD)
Potencia	140 W ( BTU 's/hr)
Calibre cable energía	12 a 14 AWG
Temperatura	0 °C a 40 °C
Humedad	5% a 95% no condensada

#### # Parte: CAB-E1-BNC

Cable DB-15 a BNC (5mts) para conexiones E1 No Balanceadas de 75 Ω

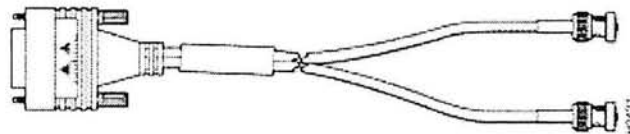


Figura 2.12 Enrutador Cisco modelo 3640 y sus especificaciones.



El enrutador cisco 3640 cuenta con diferentes tipos de módulos. En la figura 2.13 se muestran los tipos de tarjetas.

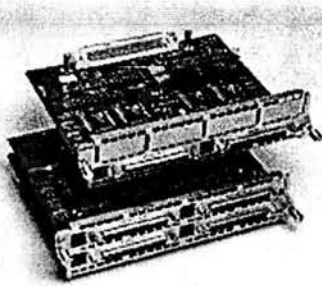
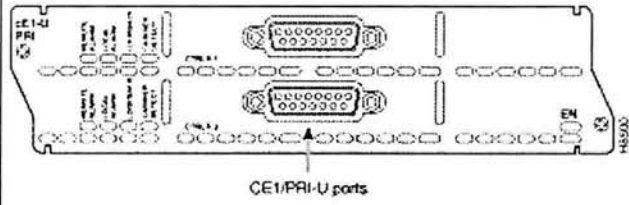
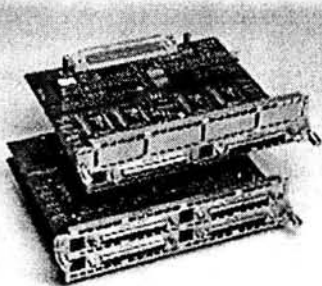
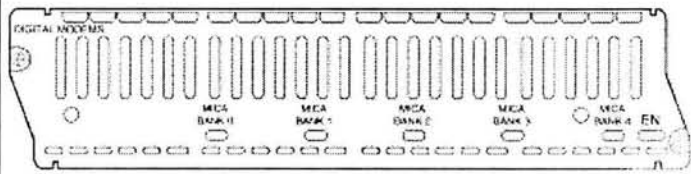
Módulos del 3640	
<p># Parte: NM-4E 4 puertos ethernet RJ45</p> 	<p># Parte: NM-2CE1U 2 puertos E1 interfase DB-15</p> 
<p># Parte: NM-32A 32 puertos seriales asíncronos</p> 	<p># Parte: NM-30DM 30 módems</p> 

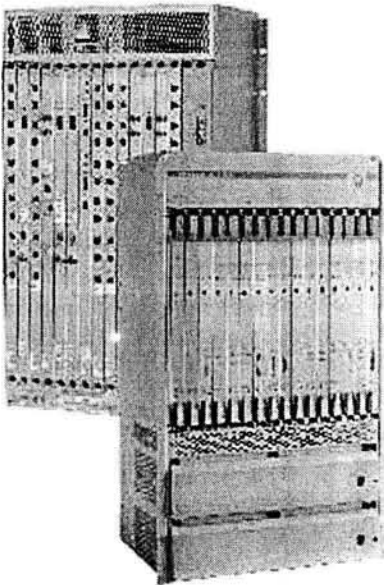
Figura 2.13 Tarjetas del enrutador cisco 3640.




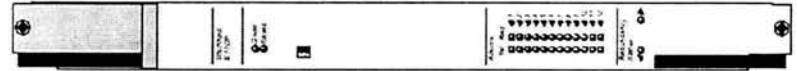
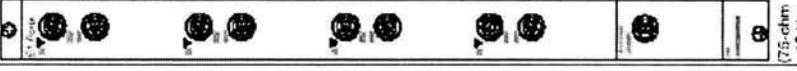
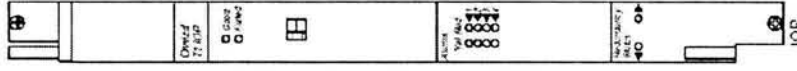
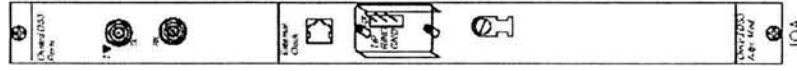

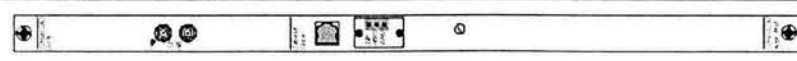


### Switch Lucent B-STDX 8000/9000

Es un switch para Frame Relay, cuenta con un chasis con 2 fuentes de energía de 20 Amp c/u. Se instala con 2 tarjetas procesadoras para redundancia. el modelo 8000 tiene capacidad para 8 ranuras, de las cuales 2 se ocupan para procesadoras, a diferencia del modelo 9000 que cuenta con capacidad para 16 ranuras.



#PARTE: BSTD-X 8000 / 9000	
Concepto	Valor
Dimensiones	80.01 x 48.26 x 38.1 cm
Peso	72.6 Kg
Consumo de corriente	20 Amp (-48 VCD)
Potencia	1000 W (3413 BTU's/hr)
Calibre cable energía	10 AWG
Temperatura	0 °C a 55 °C
Humedad	--

Módulos del BSTDX 8000 / 9000	
	Tarjeta de 12 puertos E1 en BNC No Canalizados IOA
	Tarjeta de 12 puertos E1 No Canalizados IOP
	Tarjeta de 4 puertos E1 en BNC Canalizados IOA
	Tarjeta de 4 puertos E1 Canalizados IOP
	Tarjeta canalizada E3 en BNC, módulo IOA (adaptadora entrada/salida)
	Tarjeta canalizada E3 módulo IOP (procesador entrada/salida)
	Tarjeta canalizada E3/1/0 IOA (adaptadora de entrada/salida)



	<p>Tarjeta canalizada E3/1/0 IOP (procesador de entrada/salida)</p>
	<p>Tarjeta de switching celular IOA ATM UNI CS DS3/E3 en BNC</p>
	<p>Tarjeta de switching celular IOP ATM UNI CS DS3/E3</p>
	<p>Tarjeta HSSI IOA (Adaptadora de entrada/salida) de 2 puertos seriales de 45 Mbps compartidos</p>
	<p>Tarjeta HSSI IOP (Procesadora de entrada- salida)</p>
	<p>Tarjeta de 8 puertos V.35 IOA panel de conexión Winchester</p>
	<p>Tarjeta de 8 puertos V.35 UIO (entrada/salida universal) IOP (procesador entrada/salida)</p>

Figura 2.14 Switch para Frame Relay de Lucent y sus módulos con los que se puede equipar.

Existe una política que define el equipamiento con el que debe iniciar un nodo y es el siguiente:

Iniciar el nodo con un equipo 3640 equipado con tres tarjetas 2 puertos E1 y una tarjeta de 4 puertos Ethernet hasta contar con 3 tarjetas E1 punto multipunto (PMP). Al encontrarse el tercer PMP al 75% de su capacidad deberá realizarse un proyecto para instalar un switch Lucent B-STDx modelo 8000 con 2 tarjetas 4 puertos E1. Este equipo deberá ser sustituido por un switch Lucent B-STDx 9000 al instalar la sexta tarjeta de 4 puertos E1.



Frame Relay es un protocolo de red de área amplia (WAN) que trabaja en el modelo de sistema abierto de interconexión (OSI) a nivel de capa física (nivel 2). Es utilizado bajo el concepto de redes públicas, ofrece servicios a nivel local que reducen los costos de enlaces de transmisión de las empresas privadas que contratan el servicio.

Originalmente, este protocolo fue diseñado para trabajar en la red de servicios integrados (RSDI). Cuenta con dispositivos terminales (DTE), ubicados en las instalaciones de los clientes, y de comunicación (DCE) que forman parte de la red pública de datos.

Utiliza circuitos virtuales conmutados (SVC) que son establecidos de forma temporal cuando se requiere el servicio, y circuitos virtuales permanentes (PVC) que se encuentran establecidos de forma permanente.

Este protocolo utiliza mecanismos de control de saturación hacia delante (FECN) y hacia atrás (BECN) que permiten conocer la integridad de la transmisión de la información. También cuenta con un bit de elegibilidad de descarte (DE) que se utiliza para indicar el grado de importancia de un paquete de información. Cuando un enlace de transmisión se encuentra saturado el protocolo descartará los paquetes de menor importancia.

Cuenta con un mecanismo para la verificación de errores (CRC) que se encarga de comparar las diferencias entre los paquetes enviados y recibidos.

En México, existen pocas empresas que cuentan con una red de datos basada en Frame Relay. UniNet es considerada la red Frame Relay más grande de Latinoamérica, utiliza switches de alta capacidad para proporcionar servicios a los clientes de forma local en más de 300 ciudades de la República Mexicana.

La red está dividida en tres niveles jerárquicos que son: dorsal, regional y sectorial.

Esta red utiliza una gran cantidad de recursos humanos y materiales por lo que su costo de implementación y mantenimiento es muy alto. Por ello es importante conocer los puntos específicos en donde debe invertirse su crecimiento, para lo cual es necesario contar con un modelo de costos de la red.

El modelo de costos ayuda a conocer los costos e inversión para decidir a cerca de los precios finales al consumidor.



### III. 1 MODELO DE COSTOS

Los problemas en el mundo real tienden a ser muy complejos, pues hay una cantidad incontable de hechos inherentes a cualquier situación empírica. Además, todo posible plan de acción comienza una cadena de causa, efecto e interacción que puede no tener fin.

Después de que el decisor ha seleccionado los factores críticos o variables, a partir de la situación empírica, éstos se combinan de manera lógica, de modo que presenten un modelo del problema real. Un modelo es una representación simplificada de una situación empírica. En su forma ideal, deja al descubierto un fenómeno natural en su gran complejidad y duplica el comportamiento esencial del mismo, con unas pocas variables relacionadas de manera simple. La muestra más sencilla que suministra el modelo, la mejor para la persona que toma las decisiones, sirve como contraparte razonablemente confiable del problema empírico. Las ventajas de un modelo simple son:

- Su economía de tiempo y esfuerzo mental.
- La persona que toma la decisión puede entenderlo con rapidez.
- Si es necesario, el modelo puede modificarse de rápida manera y efectiva.

El objetivo de quien toma la decisión no es construir un modelo que, en cada uno de sus aspectos, esté tan cerca como sea posible a la realidad. Un modelo de esa naturaleza requeriría de mucho tiempo para su construcción y quizás, quedaría fuera de la comprensión humana. Por el contrario, la persona que decide requiere un modelo más sencillo que sirva para predecir de forma razonable los resultados y que sea este consistente con una acción efectiva.

Después de construir el modelo, las conclusiones acerca de su comportamiento se pueden deducir por medio del análisis lógico. Luego, quien toma las decisiones fundamenta en estas conclusiones sus acciones o decisiones. Si la lógica para sacar conclusiones de las variables extraídas es correcta, y si se han abstraído las variables relevantes, entonces, la solución al modelo también servirá como una solución efectiva al problema empírico.

Dos fuentes importantes de error en el uso de modelos para la toma de decisiones son la exclusión de variables importantes y equivocaciones en la definición de las relaciones entre variables.



Los modelos pueden representarse de diferentes formas:

- Para problemas simples.
- Para problemas repetitivos.

Todo el proceso de toma de decisiones puede realizarse en la mente del decisor, quizá de una manera bastante informal e intuitiva. El ser humano camina, come, abre puertas cada día, sin ayuda de modelos formales; pero si de algún modo el problema no es frecuente o es complejo, se dedica más tiempo a pensar en él.

La técnica apropiada para describir y relacionar variables seleccionadas depende, en gran medida, de la naturaleza de ellas. Si las variables pueden medirse de alguna manera, pueden ser representadas en forma cuantitativa, entonces existen razones para seleccionar una representación matemática del modelo. Primero, porque existe una rigurosa disciplina inherente a las matemáticas que asegura un procedimiento ordenado por parte del investigador: deben especificarse las variables seleccionadas y establecer las relaciones que existen entre ellas. Segundo, porque las matemáticas son una técnica apropiada para relacionar variables y para deducir conclusiones lógicas de las premisas dadas. Utilizando como herramienta la computadora, las matemáticas hacen posible el manejo de problemas que requieren de modelos más complejos y facilitan el proceso de toma de decisiones donde es aplicable el análisis cuantitativo.

A una gran cantidad de problemas de negocios se les ha dado una representación cuantitativa mediante un método general denominado "**modelo de costos**". Esta técnica permite construir un modelo efectivo para abordar ciertos problemas de decisiones de negocios.

El ejecutivo de negocios no debe volverse incondicional de un modelo cuantitativo y adoptar automáticamente sus conclusiones como la decisión correcta. La conclusión que se obtiene del modelo contiene cierto grado de error como para modificar la conclusión antes que pueda adoptarse como una solución. La cuantificación es una ayuda para el juicio empresarial y no sustituto de éste.

Es importante destacar que cuando se toman decisiones de negocios, deben establecerse los criterios de toma de decisiones, seleccionar alternativas, determinar un modelo y evaluar las opciones que propone el mismo, y seleccionar la mejor alternativa.



## III.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS

Los modelos se clasifican de acuerdo al tipo de problema que debe resolverse y estos son:

- Simple
- Complejo
- Dinámico

### Problemas simples

Todos los problemas deben simplificarse al construir el modelo para cualquier análisis. Si da como resultado un número pequeño de factores o variables y relativamente pocas opciones, entonces el modelo se llama simple. Los modelos simples son muy útiles, inclusive para problemas de decisión muy importantes.

Un modelo de escenario o caso es un modelo de un problema de decisión que se analiza mediante el ensayo de varios casos utilizando diferentes opciones o distintos supuestos. El modelo no está programado para encontrar directamente la solución más conveniente. En las empresas, los directores utilizan el modelo para encontrar la solución más óptima al problema. En este tipo de problemas podemos situar dos tipos de modelos:

- Los modelos de optimización utilizan procedimientos matemáticos para hallar la solución más óptima.
- Los modelos de análisis de decisión incorporan el uso de probabilidades en la toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre.

### Problemas complejos

Son problemas con un gran número de factores o variables importantes, o pueden tener muchas opciones a considerar. Por ejemplo, una empresa puede contar con varias fábricas donde produce bienes para enviar a cientos de clientes. Decidir la programación de las fábricas y determinar cuáles de ellas deben atender a cuáles clientes para minimizar costos, implica cientos de variables y restricciones que pueden tener millones de posibles soluciones.

Los modelos de programación lineal y con enteros son las técnicas más utilizadas para resolver problemas grandes y complejos de negocios de este tipo.



En ellos se aplican técnicas matemáticas para hallar el valor máximo ó mínimo de un objetivo, sujeto a un conjunto de restricciones.

La simulación es una técnica para crear modelos de sistemas grandes y complejos que incluyen incertidumbre. Un modelo se diseña para repetir el comportamiento del sistema. Los modelos de simulación suelen ser analizados mediante un enfoque de caso por caso.

### **Problemas dinámicos**

Los problemas dinámicos de decisión implican un tipo particular de complejidad cuando hay una secuencia de decisiones interrelacionadas a través de varios períodos. Como por ejemplo, modelos de inventario para determinar cuándo pedir mercancía y cuánto debe mantenerse en existencias; los modelos PERT o de ruta crítica para programación de proyectos y los modelos de cola para problemas que involucran congestión.

### **Sistema de apoyo de decisiones**

Un sistema de apoyo de decisiones (SAD), es un sistema de computador integrado diseñado para ayudar a la gerencia en la toma de decisiones. Incorpora un modelo, al que apoya realizando los cálculos matemáticos. Contiene una base de datos que puede utilizarse par suministrar información directamente al gerente, en algunas ocasiones involucra gráficas o reportes que son fáciles de entender para el usuario.

### **Conceptos básicos de los modelos**

El primer paso para la construcción de un modelo es elegir los factores o variables de quien toma la decisión considere importantes, los cuales pueden clasificarse en cinco categorías.

- Variables de decisión
- Variables exógenas
- Políticas y restricciones
- Medidas de desempeño
- Variables intermedias.



### **Variables de decisión**

Las variables de decisión son aquellas que se encuentran bajo el control de quien toma la decisión. Representan opciones para el gerente. Si se considera un gerente de marketing que debe decidir sobre la introducción de un nuevo producto, éste puede optar por introducir el producto o no; también puede elegir el precio de venta y la cantidad a invertir en publicidad.

Es posible también que el gerente tenga que tomar varias decisiones menores, como el color del producto, el contenido detallado de la publicidad, la información al personal de ventas sobre el producto, y así sucesivamente. Para simplificar el análisis el gerente debe optar por eliminar del modelo los factores menos importantes.

### **Variables exógenas**

Las variables exógenas o externas son aquellas que son importantes para el problema de decisión, pero están condicionadas por factores que están fuera del alcance de la persona que decide, como condiciones económicas, acciones de los competidores, precios de las materias primas y factores similares.

### **Políticas y restricciones**

Una persona encargada de tomar decisiones suele trabajar con restricciones impuestas por las políticas de la empresa, restricciones legales o limitaciones físicas. Por ejemplo, la fábrica puede tener una capacidad disponible limitado, lo que puede restringir posibles ventas. La política de una empresa puede especificar que los materiales tienen que adquirirse con determinados proveedores o que deben mantenerse ciertos niveles de calidad.

En algunas ocasiones, estas políticas pueden modificarse. Por ejemplo la capacidad de la fábrica es una restricción, pero la gerencia podría decidir ampliarla. Esto podría propiciar confusión entre lo que se considera una variable de decisión y lo que es una restricción. No es importante hacer una distinción muy precisa, aunque la gerencia debe reconocer la presencia de restricciones y entender que ellas pueden modificarse si se considera pertinente.

### **Medidas de desempeño**

Cuando toman una decisión, los gerentes tratan de alcanzar metas u objetivos. Los criterios o las medidas de desempeño son expresiones cuantitativas

---





de estos objetivos. Por ejemplo, el gerente de Marketing encargado de la decisión de introducir un nuevo producto podría tomar la utilidad como una medida del desempeño. La participación del mercado y el retorno sobre la inversión también pueden ser medidas del desempeño.

### Variables intermedias

Resulta común contar con otras variables para incluir todos los factores importantes en el problema de decisión. A menudo, son variables de contabilidad que se relacionan con factores de costos o ingresos. Se utilizan para relacionar las variables de decisión y las variable exógenas con las medidas del desempeño; por consiguiente, son variables intermedias en el sentido de que se encuentran en medio de otras variables. En el ejemplo de la decisión de un nuevo producto, los ingresos totales (precio de venta por cantidad vendida) son una variable intermedia; los componentes de fabricación y los costos de ventas también son variables intermedias.

### El Modelo y las relaciones entre las variables.

En la figura 3.1 se muestra las relaciones entre las diversas categorías de variables. El modelo está en el centro. Las variables de decisión, las variables exógenas, las políticas y las restricciones son entradas para el modelo, y las medidas del desempeño son los resultados. El modelo mismo representa el conjunto de todas las relaciones entre las variables. Definir estas relaciones es el segundo paso importante en la construcción de un modelo.

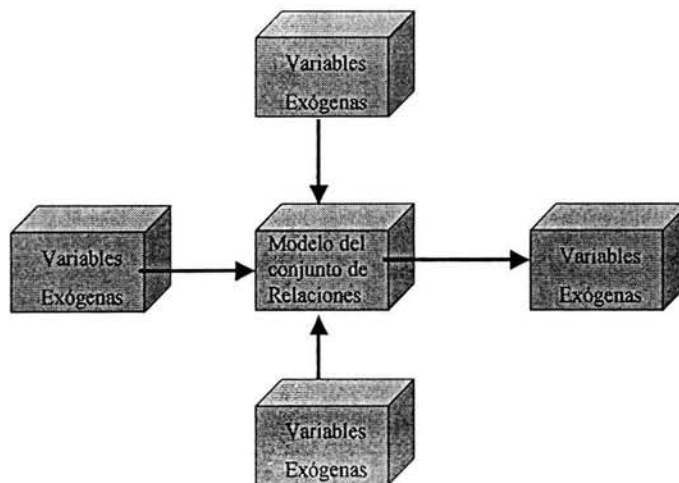


Figura 3.1 Modelo de entradas y resultados.



Algunas relaciones son definiciones contables. Por ejemplo, la utilidad es ingresos menos gastos, una regla contable sencilla. Otras relaciones dependen de límites físicos, como determinar la cantidad de producto que puede producirse con un lote de materia prima.

Algunas relaciones son de juicio, pues representan el conocimiento que tiene la gerencia de la manera como se relacionan los factores. El juicio de la gerencia acerca de la reacción de los clientes ante un cambio en el precio es un ejemplo de dicha relación.

El modelo es un conjunto de todas estas relaciones. Es como una caja negra que transforma las variables de decisión en medidas de desempeño para un conjunto específico de variables exógenas o políticas y restricciones.

### **III.3 MODELO DE COSTOS DE UNA RED DE DATOS**

Actualmente las redes Frame Relay son ofrecidas por distintos proveedores de servicios como Telmex, Avantel, Miditel, AT&T, Telefónica de España, etc. La necesidad de competir en el mercado de las telecomunicaciones ha provocado que los recursos de las compañías de datos sean optimizados al máximo. Por tal motivo es necesario realizar un análisis que permita conocer el costo que tiene el producto, su margen de utilidad y el margen posible para disminuir el precio de este servicio hacia el cliente.

Los análisis se realizan en conjunto por las áreas de Ingeniería y Finanzas de las empresas. Este ejercicio puede ser generalizado para otro tipo de redes de comunicaciones. La aplicación del modelo de costos a una red de datos presenta los siguientes alcances:

- Cuantificar la inversión y los gastos de una red de Frame Relay.
- Simular un modelo de costos con base en una red de Frame Relay.
- Determinar el precio de venta de c/u de los servicios ofrecidos en la red Frame Relay.
- Minimizar los gastos de una red Frame Relay.
- Establecer variables para la toma de decisiones.



El modelo de costos de la red Frame Relay se analizará desde cinco puntos de vista:

- El equipo instalado en la red.
- Los enlaces de transmisión de la red.
- Los Recursos Humanos y Materiales
- Los servicios ofrecidos a los clientes.
- Los circuitos virtuales

## Equipo

El equipo representa un porcentaje importante de la inversión que una empresa debe realizar en la implementación de su red de datos. La correcta distribución en sus diferentes puntos geográficos permitirá eficientar su utilización. Es importante destacar que entre mayor distribución existe, mayor es el rango de infraestructura disponible.

El modelo de costos establece que los equipos deberán ser clasificados en 6 distintas categorías de acuerdo a su jerarquía:

- **B1D**: Nodo dorsal que considera la instalación de un switch B-STDX 9000 que hacen funciones de backbone exclusivamente.
- **B1C**: Nodo dorsal que considera la instalación de un switch B-STDX 9000 que hacen funciones de backbone de manera compartida con acceso a clientes.
- **R1D**: Nodo regional que considera la instalación de un switch B-STDX 9000 que hace funciones de regional exclusivamente.
- **R1C**: Nodo regional que considera la instalación de un switch B-STDX 9000 que hace funciones de regional de manera compartida con acceso a clientes.
- **S1C**: Nodo sectorial que considera uno o más switch B-STDX 8000 que hacen funciones de concentración sectorial de manera compartida con acceso a clientes.
- **S2C**: Nodo sectorial que considera uno o más enrutadores que hacen funciones de concentración sectorial de manera compartida con acceso a clientes y otros servicios.



Para este ejercicio en particular la red de datos de Frame Relay esta constituida por 81 sitios instalados a nivel nacional. La red se encuentra distribuida de la siguiente forma:

- 14 Nodos Dorsales
- 12 Nodos Regionales
- 55 Nodos Sectoriales

### Nodos Dorsales

Los nodos Dorsales se encuentran distribuidos en 6 ciudades principales de la República Mexicana que son:

- México
- Guadalajara
- Monterrey
- Hermosillo
- Mérida
- Puebla

En estas ciudades existen al menos 2 edificios en donde se encuentra ubicado el equipo de la red.

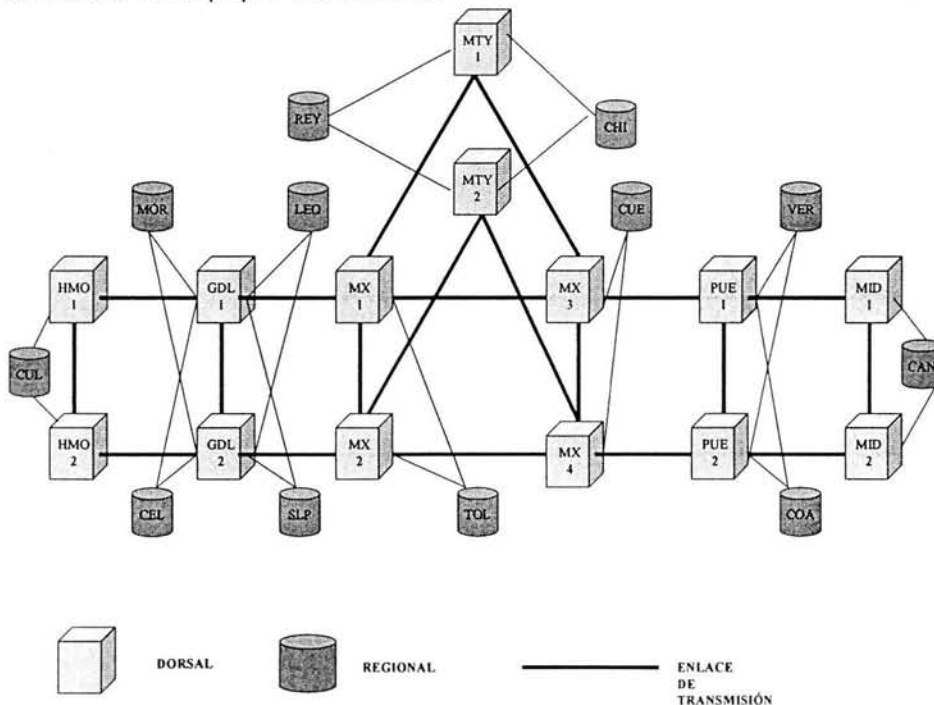


Figura 3.2 Topología de la red Frame Relay



### Nodos Regionales

Existen 12 nodos regionales distribuidos en todo el país, tienen 2 medios de transmisión conectados a 2 diferentes nodos dorsales. Estos nodos se encuentran ubicados en las siguientes ciudades:

- Toluca
- Cuernavaca
- Coatzacoalcos
- Cancún
- Veracruz
- San Luis Potosí
- León
- Morelia
- Celaya
- Culiacán
- Reynosa
- Chihuahua

Los nodos regionales de Monterrey concentran 8 ciudades:

- Matamoros
- Torreón
- Tampico
- Cd Victoria
- Monclova
- Nuevo Laredo
- Durango
- Saltillo

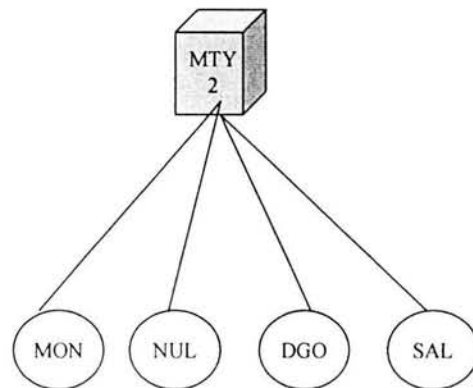
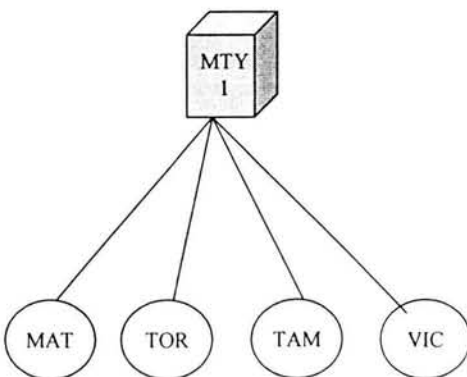




Figura 3.3 Nodos Regionales de Monterrey.

Los nodos regionales de Guadalajara concentran a 10 ciudades:

- Uruapan
- Zamora
- Aguascalientes
- Colima
- Manzanillo
- Tepic
- Mazatlán
- Fresnillo
- Puerto Vallarta
- Zacatecas

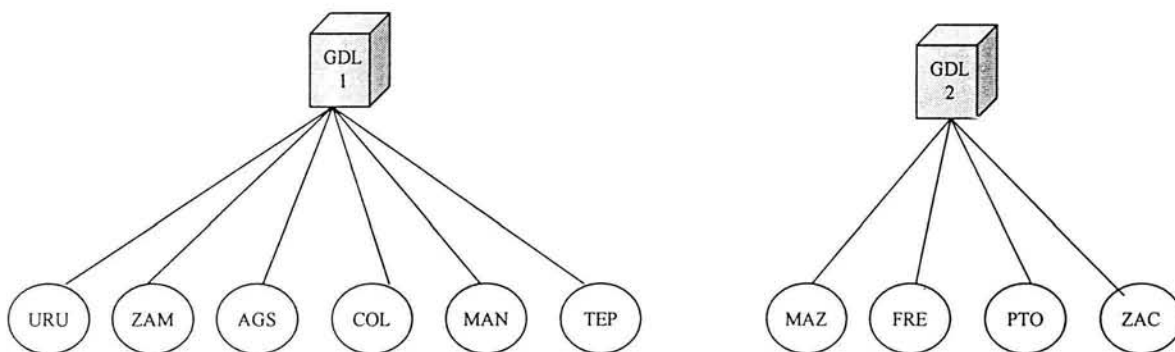


Figura 3.4 Nodos Regionales de Guadalajara.

Los nodos Regionales de Puebla concentran 3 ciudades:

- Pachuca
- Tehuacan
- Oaxaca

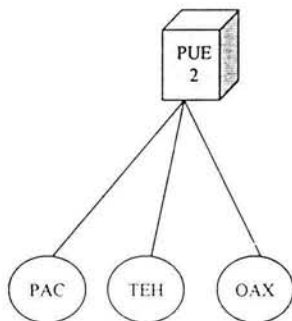


Figura 3.5 Nodos Regionales de Puebla.



Los nodos Regionales de Mérida concentran a 2 ciudades :

- Campeche
- Chetumal

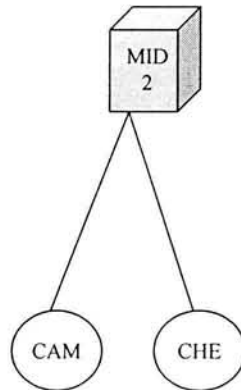


Figura 3.5 Nodos Regionales de Mérida.

El nodo regional de Cuernavaca concentra a 3 ciudades:

- Cuautla
- Acapulco
- Ixtapa

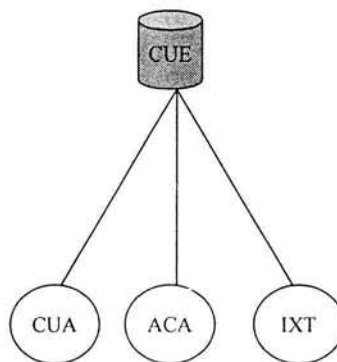
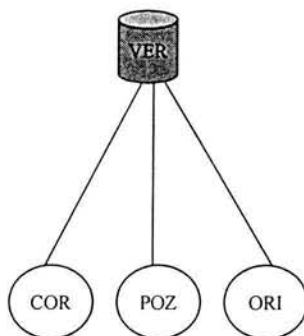


Figura 3.5 Nodos Regional de Cuernavaca.



El nodo regional de Veracruz concentra a 3 ciudades:

- Córdoba
- Poza Rica
- Orizaba



El nodo nodos Celaya concentra a 3 ciudades:

- Irapuato
- Querétaro
- San Miguel Allende

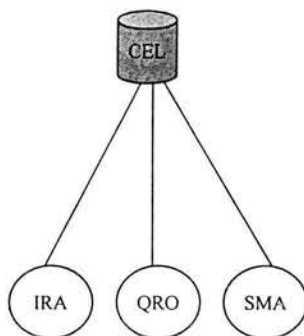


Figura 3.6 Nodo Regional Celaya.





El nodo regional Coatzacoalcos concentra a 4 ciudades:

- Minatitlan
- Tuxtla Gutiérrez
- Tapachula
- Villahermosa

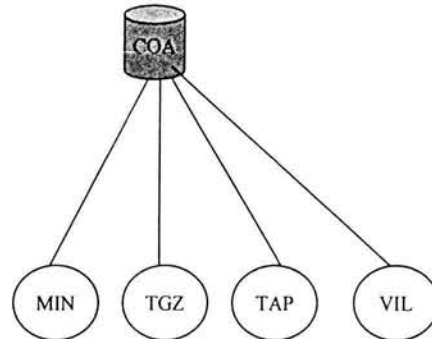


Figura 3.7 Nodo Regional Coatzacoalcos.

El Nodo Regional Chihuahua concentra a 2 ciudades:

- Delicias
- Parral

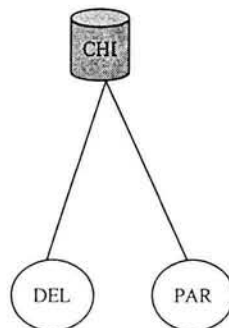


Figura 3.8 Nodo Regional Chihuahua.



El resto de los nodos regionales sólo concentra una sola ciudad:

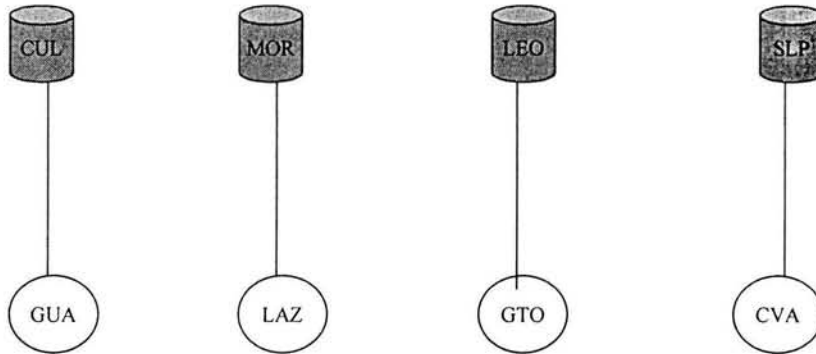


Figura 3.9 Nodos Regionales que concentran una sola ciudad.

### Topologías

El modelo de costos considera 3 distintos niveles de red que son:

- Dorsal
- Regional
- Sectorial

### Dorsal

Los nodos dorsales contarán siempre con 2 enlaces de transmisión conectados a dos distintos edificios ubicados en una misma ciudad. Pueden contar con un solo equipo dedicado o tener varios y compartir las funciones. La figura 3.10 ejemplifica la topología de este tipo de nodo.

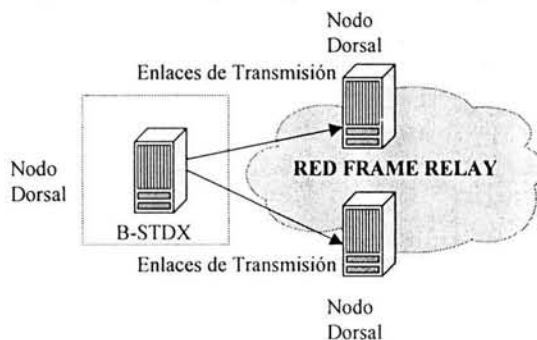


Figura 3.10 Topología de un nodo dorsal.



### Regional

El nodo regional tiene un equipo con 2 enlaces de transmisión conectados a 2 distintos nodos dorsales de la red, no necesariamente ubicados en la misma ciudad. Por lo general, siempre tienen un equipo dedicado a realizar funciones de concentración de nodos Sectoriales.

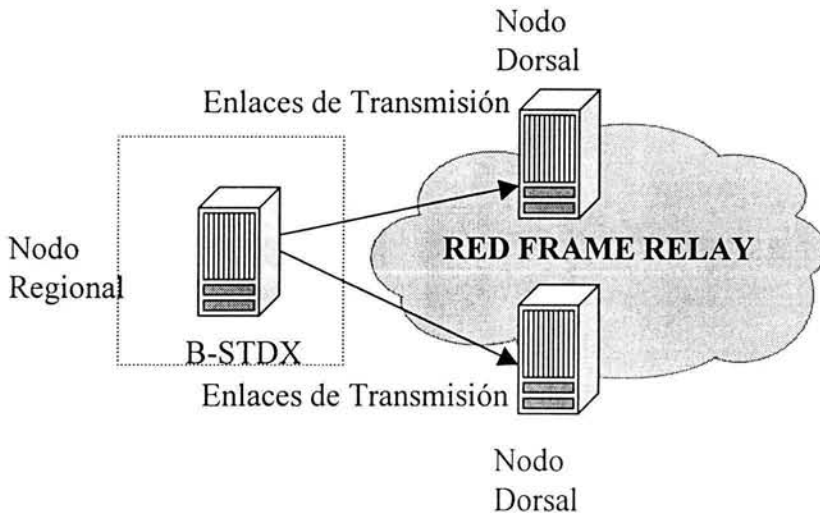


Figura 3.11 Topología de un nodo regional.

### Sectorial

El nodo sectorial es un nodo con baja capacidad de demanda, puede tener un switch B-STDX 8000 o un enrutador Cisco 3640. Sólo cuenta con un enlace de salida que puede conectarse a un nodo regional o dorsal más cercano.

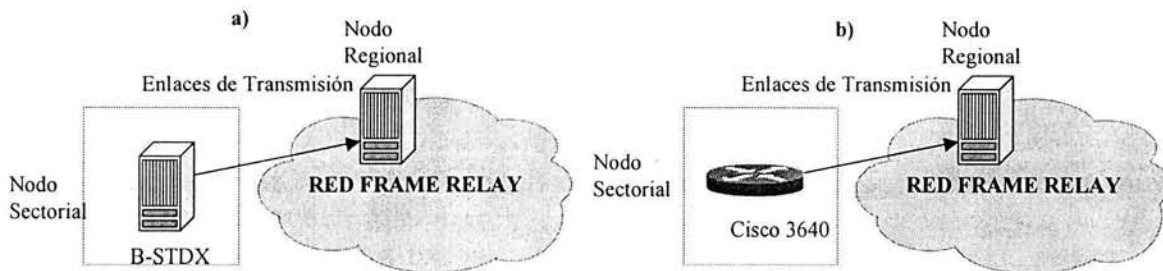


Figura 3.12 Topología de un nodo sectorial. a) Con un Switch y b) Con un enrutador.



En esta clasificación se considera también un porcentaje de utilización de cada uno de los equipos de acuerdo a su función. En la tabla 3.1 se muestra la distribución de las funciones de acuerdo a los niveles de cada equipo, y en la tabla 3.2 se describe la funcionalidad de cada uno.

NOMENCLATURA					SWITCHES FR		
TIPO NODO	ID TIPO NODO	NUMERO	TIPO INFRAESTRUCTURA	SIGLAS	FUNCION DE LOS SWITCHES	CLIENTES	TOTAL
BACKBONE	B	1	D	B1D	100%		100%
BACKBONE	B	1	C	B1C	25%	75%	100%
REGIONAL	R	1	D	R1D	100%		100%
REGIONAL	R	1	C	R1C	25%	75%	100%
SECTORIAL	S	1	C	S1C	25%	75%	100%
SECTORIAL	S	2	C	S2C			

La tabla 3.1 muestra la distribución de porcentajes para los switches que tiene la red.

En la tabla 3.2 se especifica la distribución de porcentajes con base a los enrutadores 3640 que se utilizan en nodos sectoriales.

NOMENCLATURA					3640			
TIPO NODO	ID TIPO NODO	NUMERO	TIPO INFRAESTRUCTURA	SIGLAS	FUNCION DE LOS SWITCHES	CLIENTES	SERVICIOS IP	TOTAL
BACKBONE	B	1	D	B1D				0%
BACKBONE	B	1	C	B1C				0%
REGIONAL	R	1	D	R1D				0%
REGIONAL	R	1	C	R1C				0%
SECTORIAL	S	1	C	S1C				0%
SECTORIAL	S	2	C	S2C	8%	17%	75%	100%

En la tabla 3.3 muestra la distribución de porcentajes para los enrutadores 3640 que tiene instalados en la red.



En la tabla 3.3 se definen los tipos de nodo de acuerdo a la nomenclatura definida.

SIGLAS	DESCRIPCION
B1D	NODO DE BACKBONE , CONSIDERA UN SWITCH 9000 QUE HACEN FUNCIONES DE BACKBONE EXCLUSIVAMENTE
B1C	NODO DE BACKBONE , CONSIDERA UN SWITCH 9000 QUE HACEN FUNCIONES DE BACKBONE DE MANERA COMPARTIDA CON ACCESO A CLIENTES
R1D	NODO REGIONAL FR, CONSIDERA UNO O MAS SWITCHES 9000 QUE HACEN FUNCIONES DE REGIONAL EXCLUSIVAMENTE
R1C	NODO REGIONAL CONSIDERA UNO O MAS SWITCHES 9000 QUE HACE FUNCIONES DE CONCENTRACION REGIONAL DE MANERA COMPARTIDA CON ACCESO A CLIENTES
S1C	NODO SECTORIAL FR CONSIDERA UNO O MAS SWITCHES QUE HACEN FUNCIONES DE CONCENTRACION SECTORIAL DE MANERA COMPARTIDA CON ACCESO A CLIENTES
S2C	NODO SECTORIAL FR CONSIDERA UNO O MAS ROUTERS QUE HACEN FUNCIONES DE CONCENTRACION SECTORIAL EN FRAME RELAY DE MANERA COMPARTIDA CON ACCESO A CLIENTES Y OTROS SERVICIOS

En la tabla 3.3 muestra la definición de nomenclatura.

## Enlaces

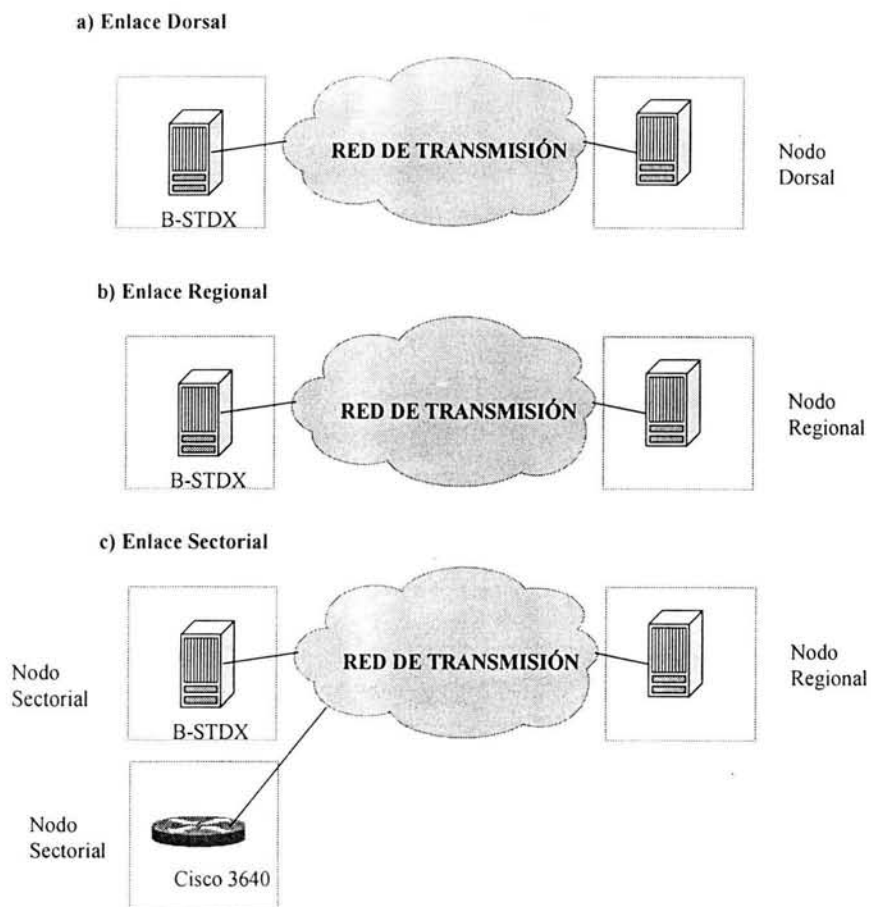
Los enlaces de transmisión representan el segundo punto importante de inversión en una red de datos. En este caso es necesario invertir en gastos de instalación y en rentas recurrentes. Es relevante la importancia de invertir en enlaces de transmisión que la red realmente requiera, considerando incrementar el ancho de banda en función de las necesidades reales con respecto a su ocupación. Para cumplir esta expectativa es importante establecer políticas de crecimiento de anchos de banda.

Los enlaces se clasifican de acuerdo a tres niveles de jerarquía:

- **Dorsal:** enlace de transmisión que une a dos nodos dorsales.
- **Regional:** enlace de transmisión que une a un nodo regional con un nodo dorsal.
- **Sectorial:** enlace de transmisión que une a un nodo sectorial con un nodo dorsal o regional.



En la figura 3.13 se ejemplifica los tres diferentes niveles de enlaces de transmisión.



Para determinar el costo que tiene el servicio en cada uno de los diferentes niveles de red es necesario calcular el porcentaje de utilización que tiene cada uno de los servicios que proporciona la red.

La red de datos de Frame Relay cuenta con 100 enlaces de transmisión distribuidos de la siguiente manera:

- 14 Dorsal
- 12 Regional
- 55 Sectorial



## Recursos Humanos y Materiales

Las empresas de telecomunicaciones requieren contar con una gran cantidad de personal altamente calificado para operar, por esta razón el costo de su nómina es alto. El organigrama de la figura 3.14 muestra las áreas que forman la estructura de la empresa.

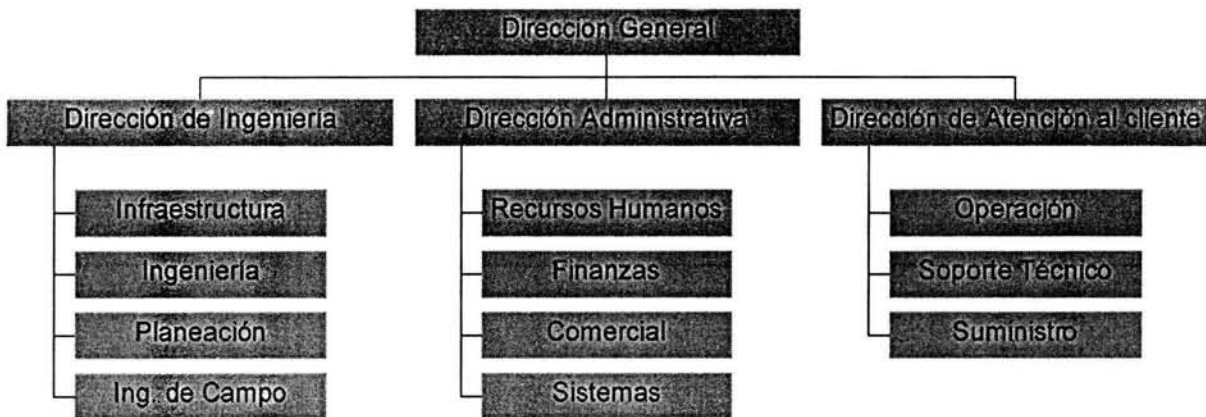


Figura 3.14 Organigrama de la empresa.

Para este tipo de red es necesario contar con personal en la siguientes áreas:

- Ingeniería
- Administrativo
- Atención al cliente

### Personal de Ingeniería

Es el encargado del diseño, instalación, normatividad y mantenimiento de la red de datos de Frame Relay, se encuentra dividida en 4 grandes grupos:

- Infraestructura
- Ingeniería
- Planeación
- Ingeniería de Campo

El área de Infraestructura elabora el plan de actividades de forma semanal y lo ejecuta para instalar los equipos de la red que son necesarios para satisfacer la demanda de los servicios de los clientes.



La subdirección de ingeniería elabora los proyectos y las normas que determinan la secuencia de actividades a realizar para instalar los equipos de la red de datos frame relay.

La planeación de la red a largo plazo es dirigida por la subdirección de planeación, también se encargan de vigilar la ocupación de los enlaces de transmisión de la red. Cuando es necesario solicitan al área de ingeniería el crecimiento de los enlaces.

Ingeniería de campo trabaja las 24 horas los 365 días del año en la reparación de los equipos de la red de datos, sustituyendo en el menor tiempo posible las partes dañadas de los equipos hasta que los servicios de los clientes queden reestablecidos.

Área	Personal requerido
Dirección de Ingeniería	Director
Subdirección de Infraestructura	Subdirector, 2 Gerentes, subgerente,10 Ingenieros
Subdirección de Ingeniería	Subdirector, 2 Gerentes, subgerente, 8 Ingenieros
Subdirección de Planeación	Subdirector, 2 Gerentes, subgerente, 8 Ingenieros
Ingeniería de Campo	Subdirector, 2 Gerentes, subgerente,10 Ingenieros

Tabla 3.4 Distribución del personal de Ingeniería

### Personal Administrativo

Suministra los recursos humanos y materiales que permiten operar a las otras áreas de la empresa. Se divide en 4 grandes grupos

- Recursos Humanos
- Finanzas
- Comercial
- Sistemas

Recursos humanos es el encargado de proporcionar los insumos necesarios al personal de la empresa para que realice su trabajo, esto implica aspectos desde oficina, vehículos, nómina y hasta la seguridad del edificio.





Finanzas controla los gastos que realiza la empresa para su diaria operación, junto con ingeniería establece modelos que permitan costear los productos que se ofrecen hacia los clientes.

El área comercial interactúa con los clientes para brindarles los diversos productos que ofrece la red, también los asesora para lograr una solución acorde a sus necesidades.

Las gerencias de sistemas realizan dos funciones fundamentales en la operación de la empresa: desarrollar los sistemas que utilizan todas las áreas para atender las necesidades de los clientes y apoyar a los usuarios en el correcto funcionamiento de sus equipos de cómputo. La atención de fallas se atiende a través de un sistema que proporciona al usuario un número de folio para que pueda dar seguimiento al problema hasta su solución.

Área	Personal Requerido
<b>Recursos Humanos</b>	Director, Subdirector
Gerencia de recursos humanos	Gerente, Subgerente, 5 administradores
Gerencia de Servicios Generales	Gerente, Subgerente, 5 Administradores
Gerencia de Nóminas	Gerente, Subgerente, 5 administradores
Gerencia de Seguridad	Gerente, Subgerente, 10 vigilantes
<b>Finanzas</b>	Director de Finanzas
Gerencia de Crédito y Cobranza	Gerente, Subgerente, 5 Administradores
Gerencia de Compras	Gerente, Subgerentes, 5 Administradores
Gerencia de Contabilidad	Gerente, Subgerente, 4 Contadores (admón.)
Gerencia de Activo Fijo	Gerente, Subgerente, 5 Administradores
<b>Comercial</b>	Director Comercial
Gerencia de Consultoría y Diseño	Gerente, Subgerente, 8 Consultores (ingenieros)
Gerencia de Ventas	2 Gerentes, Subgerente, 10 lideres de proyecto (ingenieros)
<b>Sistemas</b>	Director de Sistemas
Gerencia de Desarrollo	Gerente, Subgerente, 4 Ingenieros en Computación
Gerencia de Cómputo	Gerente, Subgerente, 5 Ingenieros de Soporte

Tabla 3.5 Distribución del personal del área administrativa



### Personal Atención al cliente

Es el personal que opera y mantiene la red de datos, en conjunto con ingeniería de campo se encarga de reparar en el menor tiempo posible las fallas que se presenten. Trabaja las 24 horas del día los 365 días del año.

La subdirección de operación de la red se encarga de restablecer las fallas que se monitorean en el sistema de gestión de la red y las que reportan los clientes. Se apoya con ingeniería de campo para reemplazar las partes dañadas en los equipos que presentan fallas.

La subdirección de soporte técnico resuelve los problemas críticos que se presentan en la red de datos, puede apoyar al área comercial para la resolución de problemas con los equipos de los clientes o al área operativa con problemas de la red.

La subdirección de suministro de servicios se encarga de recibir y configurar los equipos de la red de datos.

La Gerencia de refaccionamiento es la encargada de planear, administrar, adquirir y enviar la cantidad de refacciones necesarias para atender las fallas que se presentan en los equipos de la red.

Área	Personal Requerido
<b>Dirección de Atención al cliente</b>	Director, Subdirector
Subdirección de Operación de la red	Subdirector, 2 Gerentes, Subgerente, 10 Ingenieros
Subdirección de Soporte Técnico	Subdirector, Gerente, Subgerente, 5 Ingenieros
Subdirección de suministro de servicios	Subdirector, Gerente, Subgerente, 10 Auxiliares de configuración
Gerencia de refaccionamiento	Gerente, Subgerente, 4 Ingenieros

Tabla 3.6 Distribución del personal operativo.



Los salarios de todo el personal de la empresa se encuentran definidos en la tabla de personal del programa MC, considera los gastos que se generan por concepto de oficinas y equipo de trabajo necesario para realizar sus actividades.

## Recursos Materiales

En una empresa de telecomunicaciones es necesario contar con los recursos materiales suficientes para instalar, operar y mantener en condiciones óptimas la red de datos.

Para el personal de Infraestructura, que se encarga de implementar la red, es necesario contar con automóviles, computadoras portátiles, herramienta, repuestos de cables de red y accesorios que se utilizan en la instalación de los equipos.

El personal de Ingeniería de campo, cuya función es el mantenimiento de la red, debe contar con automóviles, computadoras portátiles, herramientas y refacciones necesarias para efectuar el mantenimiento de los equipos que presenten alguna falla en cualquier nodo de la red.

En las oficinas corporativas se cuenta con una intranet, servidores de archivos, impresoras, digitalizadores, copiadoras y fax que todo el personal comparte.

En la Intranet se encuentran disponibles los documentos normativos, procesos y políticas de la empresa que son necesarios en la implementación de los dispositivos de la red.

La red WAN interconecta a las oficinas regionales con el corporativo a través de enlaces E1 dedicados, estas oficinas se encuentran ubicadas en las principales ciudades del país como Guadalajara, Monterrey, Querétaro, etc. Esta red también permite a la empresa tener enlace a internet para que el personal pueda acceder a información y comunicarse a través de ella. Esta conexión se realizará a través de enrutadores y enlaces dedicados para tal efecto.

En las oficinas corporativas se tienen instaladas antenas para conexión inalámbrica que permiten al personal utilizar sus equipos portátiles en cualquier parte del edificio.



## Servicios al Cliente

Una vez instalada una red de datos de Frame Relay se puede ofrecer una gran diversidad de servicios como se lista a continuación:

- Servicios nx64 dedicados para datos
- Servicios E1 dedicados para datos
- Servicios E3 dedicados para datos
- Servicios de Internet (siempre y cuando la red tenga capacidad para brindarlo)

En Frame Relay se le ofrecen al cliente la venta del enlace de transmisión, el equipo de comunicaciones, instalación del equipo, la venta del puerto, y el circuito virtual (PVC).

## Enlaces punto multipunto (PMP)

Los enlaces punto multipunto se instalan en la red de datos para ofrecer los servicios nx64 a los clientes con las siguientes modalidades:

- 64 Kbps
- 128 kbps
- 256 kbps
- 384 kbps
- 512 kbps
- 768 kbps
- 1024 kbps

Un enlace punto multipunto puede ser dividido hasta en 31 canales de 64 kbps cada uno, en aquellos casos donde el cliente requiere una cantidad mayor a 16 canales (1024 kbps) el producto que se ofrece es un E1 completo.

Las estadísticas muestran que el 80% de los clientes de la red solicitan servicios menores a 1024 kbps por lo que ofrecer este tipo de servicio es muy representativo para las ventas de la empresa.

El 18% de los clientes solicita un ancho de banda entre 1024 kbps y hasta 1 E1 dedicado, este servicio es utilizado para los nodos corporativos de los clientes. En



ocasiones el cliente solicita otro enlace adicional de respaldo para evitar suspender sus servicios en caso de falla.

Finalmente el 2 % de los clientes requiere un E3 dedicado como servicio, que al igual que el anterior es utilizado para su nodo corporativo.

### **Circuitos Virtuales**

Los circuitos virtuales de la red Frame Relay representan el ancho de banda virtual que se encuentra utilizando el cliente. Esta red contiene 25,812 PVCs con anchos de banda desde 64 Kbps hasta 2 Mbps. El ancho de banda promedio de todos los servicios es de 256 kbps.

La red esta sobresuscrita, es decir que el ancho de banda de los enlaces de transmisión cuentan con una relacion de 3.5 E1 por cada E1 que sea necesario. El comportamiento de las redes de frame relay permite utilizar este tipo de relación debido a que no todos los clientes están transmitiendo información al mismo tiempo, situación que es aprovechada para sobredimensionar la capacidad de la red y optimizar sus recursos.

### **III.4 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN**

Las interfaces gráficas de usuario, o IGU (Graphical User Interfaces) han revolucionado la industria de las microcomputadoras. Han demostrado que el proverbio "vale más una imagen que mil palabras" no ha perdido su validez. Los primeros sistemas operativos para computadoras de escritorio como MS-DOS (Microsoft Drive Operating System) resultaron ser complicados de utilizar y poco amigables para los usuarios comunes.

A diferencia de MS-DOS , Windows se ha caracterizado por ser un sistema operativo muy amigable y fácil de utilizar. El éxito del sistema se le atribuye al uso de gráficos (iconos) que representan los programas a utilizar del sistema. Las aplicaciones para Windows tienen generalmente una interfaz de usuario consistente. Esto significa que los usuarios disponen de más tiempo para dominar la aplicación sin tener que preocuparse de qué teclas deben pulsarse y para que dentro de los menús y cuadros de diálogo.

Mientras que los programadores tienen sentimientos mezclados a cerca de las Interfaces gráficas de usuario (IGU), a los usuarios principiantes parece gustarles



que los programas Windows estén basados en este modelo. Por ello, el desarrollo de programas debe enfocarse en el uso de este tipo de interfaces.

Durante mucho tiempo sólo se dispuso de pocas herramientas para el desarrollo de las aplicaciones Windows. Antes de que visual basic fuera introducido en 1991, el desarrollo de aplicaciones para Windows era mucho más complicado que desarrollar aplicaciones para MS-DOS. Los programadores tenían que preocuparse más de lo que estaba haciendo el ratón, de dónde estaba el usuario dentro de un menú y de si estaba seleccionando en un punto determinado. Desarrollar una aplicación para Windows requería expertos programadores en C y cientos de líneas de código, incluso para las tareas más sencillas.

Visual Basic fue recibido con aceptación por todos los programadores, Bill Gates lo describió como "asombroso". Stewart Altop lo denominó "visual basic es el perfecto entorno de programación de los noventa". En pocas palabras: visual basic es la programación en Windows eficiente y divertida. Este programa permite añadir menús, cuadros de texto, botones de órdenes, botones de opción, casillas de verificación, cuadros de archivos y directorios en ventanas en blanco. Se pueden utilizar cuadrículas para gestionar datos tabulares, comunicarse con otras aplicaciones Windows y acceder a bases de datos. Las ventajas que ofrece el uso de visual basic son:

- Se pueden generar aplicaciones de 32 bits para Windows 98 y NT sin trabajo adicional.
- Se pueden generar aplicaciones utilizando las técnicas de la programación orientada a objetos.
- Permite condicionar la compilación para que el desarrollo para multiplataforma sea más sencillo.
- Las aplicaciones realizadas en visual basic no afectan el rendimiento de los equipos donde es implementado.
- Acceder de forma sencilla a las bases de datos.
- Realizar entornos gráficos de programación con poco código.
- Permite la creación de entornos de trabajo de usuario muy amigables.

Considerando todas estas ventajas se determinó realizar el programa MC en visual basic 6.0 y Access 98 para la base de datos.



### Requerimientos para utilizar Visual Basic

Para poder utilizar visual basic es necesario contar con un equipo de cómputo con los siguientes requerimientos mínimos:

- Un procesador pentium a 100 Mhz
- Memoria con al menos 32 Mb
- Disco Duro con al menos 100 Mb libres.

### III.5 SISTEMA MC

Los sistemas auxilian al hombre a realizar sus tareas cotidianas de una forma más rápida, todos los sistemas debe ser lo suficientemente flexibles para adaptarse a sus necesidades.

La Ingeniería en Computación tiene la enorme responsabilidad social de suministrar herramientas para facilitar las labores cotidianas. El desarrollo de un sistema permite realizar cálculos de forma automática que reducen el tiempo de elaboración de las tareas.

El realizar los cálculos del modelo de costos implica 2 semanas de trabajo de 6 Ingenieros dedicados durante jornadas de trabajo de 8 horas. A diferencia de que el sistema MC reduce a 2 días de jornada con tan solo 2 ingenieros dedicados.

El sistema MC que permite obtener los costos de la red de Frame Relay se divide en 2 partes:

- La base de datos
- El programa de cálculo

### BASE DE DATOS

En la base de datos se encuentra depositada toda la información para realizar los cálculos del modelo de costeo, asimismo los resultados obtenidos dada su aplicación, esta creada en Access versión 97, siendo parte del suite de

---



Office, en la que se encuentran definidas las tablas y relaciones. Cuenta con 9 Tablas :

- Costeo
- Edificio
- Enlace
- Enlacepmp
- Equipo
- Material
- Resultado
- Rhumano
- Valor

### Costeo

En esta tabla se depositan los resultados obtenidos dada la ejecución de los cálculos del modelo de costos

Nombre	Descripción	Tipo	Longitud
Clasificacion	Nombre del edificio	Texto	50
Tipo	Región a la que pertenece	Texto	50
Cantidad	Jerarquía del nodo	Numérico	4
Costo	Contador	Numérico	4

En la tabla 3.7 se definen los campos de la tabla edificios.

### Edificio

En la tabla de edificios se encuentran definidos los nombres de los nodos de la red, la región a la que pertenece y su clasificación por jerarquía . Será necesario actualizarla cada vez que se implemente equipo en un nuevo nodo de red, los campos que contiene esta tabla se muestran a continuación.

Nombre	Descripción	Tipo	Longitud
Edificio	Nombre del edificio	Texto	50
DD	Región a la que pertenece	Texto	50
Jerarquia	Jerarquía del nodo	Texto	50
CT	Contador	Numérico	4

En la tabla 3.8 se definen los campos de la tabla edificios.





## Enlace

Contiene los enlaces de transmisión de la red considerando sus puntas de conexión, el ancho de banda y su clasificación por jerarquía.

Nombre	Descripción	Tipo	Longitud
EdificioA	Punta A del enlace	Texto	50
EdificioB	Punta B del enlace	Texto	50
DD	Divisional a la que pertenece	Texto	50
Jerarquia	Jerarquía del enlace	Texto	50
ABE1	Enlace E1	Numérico	4
ABE3	Enlace E3	Numérico	4
Costo	Costo del enlace	Numérico	4
CT	Contador	Numérico	4

En la tabla 3.9 se definen los campos de la tabla Enlaces.

## Enlacepmp

Contiene los enlaces E1 dedicados y punto multipunto (PMP) para los clientes en cada una de las centrales.

Nombre	Descripción	Tipo	Longitud
Edificio	Nombre del edificio	Texto	50
E1	Enlaces E1	Numérico	4
PMP	Enlaces punto multipunto	Numérico	4
CT	Contador	Contador	4

En la tabla 3.10 se definen los campos de la tabla equipo.



## Equipo

En esta tabla se encuentran depositada la relación de equipos de la red Frame Relay, la región a la que pertenece y su clasificación por jerarquía.

Nombre	Descripción	Tipo	Longitud
Edificio	Nombre del edificio	Texto	50
Jerarquía	Jerarquía del equipo	Texto	50
C_Sectorial	Tipo de nodo sectorial	Texto	50
C_Regional	Tipo de nodo regional	Texto	50
C_Dorsal	Tipo de nodo dorsal	Texto	50
SD	Switch dorsal	Numérico	4
SR	Switch regional	Numérico	4
SS	Switch sectorial	Numérico	4
RS	Enrutador sectorial	Numérico	4
Contador	Contador	Numérico	4

En la tabla 3.11 se definen los campos de la tabla equipo.

## Material

Representa todos los recursos necesarios para implementar, operar y mantener la red Frame Relay. Por ejemplo: computadoras de escritorio y portátiles, vehículos utilitarios, etc.

Nombre	Descripción	Tipo	Longitud
Clave	Código de material	Texto	50
Descripción	Descripción del material	Texto	50
Costo	Costo del material	Numérico	4
Depreciación	Depreciación del material	Texto	50

En la tabla 3.12 se definen los campos de la tabla materiales.



## Resultado

Contiene la información del personal que labora para la red Frame Relay y los salarios que devengan.

Nombre	Descripción	Tipo	Longitud
Clasificación	Rubro del modelo de costo	Texto	50
Tipo	Nivel jerárquico	Texto	50
Clase	Elementos considerados	Texto	4
Cantidad	Cantidad de elementos	Numérico	4
Costo	Valor de costo	Numérico	4

En la tabla 3.13 se definen los campos de la tabla de resultado.

## Rhumano

Contiene la información por puesto del personal que labora para la red Frame Relay y los salarios que devengan.

Nombre	Descripción	Tipo	Longitud
Area	Área a la que pertenece	Texto	50
Puesto	Puesto que desempeña	Texto	50
Salario	Salario que devenga	Numérico	4
Cantidad	Cantidad de personas	Numérico	4

En la tabla 3.14 se definen los campos de la tabla rhumano.

## Valor

Contiene el costo de equipo clasificado en cada nivel jerárquico.

Nombre	Descripción	Tipo	Longitud
Tipo	Rubro	Texto	50
Clasificación	Tipo de equipo	Texto	50
Costo	Valor asignado	Texto	50
CT	Contador	Texto	50

En la tabla 3.15 se definen los campos de la tabla valor.



## **Programa de Cálculo**

La base de datos, de la infraestructura instalada en la red, es alimentada con la información del sistema de la empresa. Con esta información se procede a realizar los cálculos para determinar los costos de los servicios de la red. Los cálculos que se obtengan como resultado permiten analizar los siguientes puntos:

- Costo de los productos
- Identificar el rubro de mayor inversión
- Margen de ganancia
- Competitividad en el mercado de venta.

## **Costo de los productos**

El costo de los productos se obtiene de acuerdo al nivel jerárquico de la red: dorsal, regional y sectorial. Su estudio permite al analista determinar su postura de venta frente al mercado, identificar el nivel en el cual resulta ser más caro el servicio y encontrar la forma de equipar los nodos de manera más óptima.

## **Margen de ganancia**

El costo del servicio permite al analista obtener los márgenes de ganancia de la diferencia del precio de venta contra el costo del producto, permitiendo utilizar el margen como un punto de referencia para modificar el precio del producto en el mercado con respecto a las ganancias que la empresa busca tener.

## **Identificar rubro de mayor inversión**

El modelo revela, a través de los costos, aquellas áreas en donde se realiza la mayor inversión del presupuesto asignado. Con esta identificación se realizan análisis para encontrar esquemas de reducción y optimización de recursos.

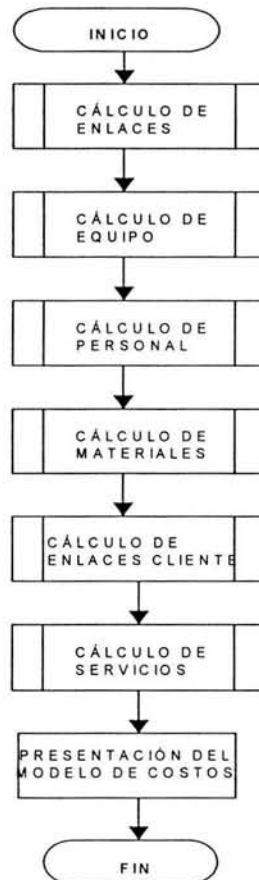
## **Competitividad en el mercado de venta**

Al conocer el margen de ganancia que se obtiene de la venta del producto, es posible definir precios más competitivos en el mercado de venta que permitan incrementar los ingresos de la empresa.



El programa de cálculo es el encargado de obtener los costos, se encuentra dividido en 6 módulos:

- Cálculo enlaces
- Cálculo de equipo
- Cálculo de personal
- Cálculo de Materiales
- Cálculo de Servicios
- Cálculo de enlaces de clientes



En la figura 3.15 se muestra el diagrama principal del programa de cálculos con el cual se calculan los costos de los servicios ofrecidos a los clientes.



### Cálculo de enlaces

Es un módulo que se encarga de clasificar a los enlaces de acuerdo a la jerarquía que tienen dentro de la red en tres niveles: dorsal, regional y sectorial. Una vez clasificados en cada nivel y por tipo de enlace, suma la cantidad de enlaces por su tipo y los multiplica por su costo. El resultado de este cálculo es el costo de los enlaces en cada nivel jerárquico de la red.

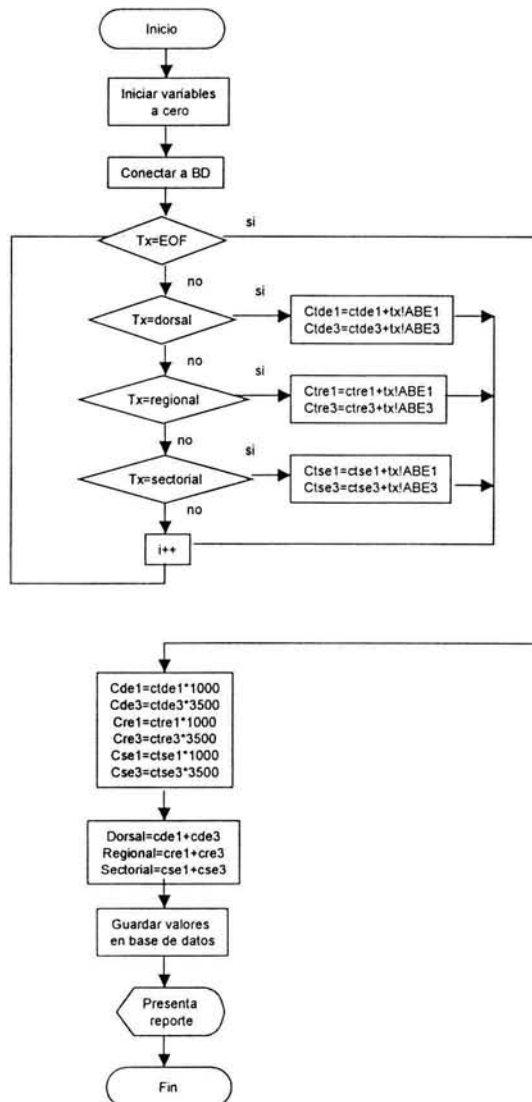


Figura 3.16 Diagrama de flujo del cálculo de costo de enlaces.

Con este cálculo se identifica al nivel jerárquico con mayor gasto en la red. Las formulas para realizar estos cálculos se muestran a continuación:



costoenlacespornivel = TotalE1 \* Costo + TotalE3 \* Costo

Cálculo de equipo

Mediante su cálculo se obtiene el total de equipos y su costo de acuerdo al nivel jerárquico que desempeñan dentro de la red: dorsal, regional y sectorial. Una vez clasificados, el total de equipos pertenecientes a cada nivel es multiplicado por el costo de cada equipo de acuerdo a la siguiente formula :

costoequipopornivel = Totalswitch \* costotipo + totalenrutador \* costotipo

El costo de los equipos se determino con base a una configuración tipo de acuerdo al nivel jerárquico.

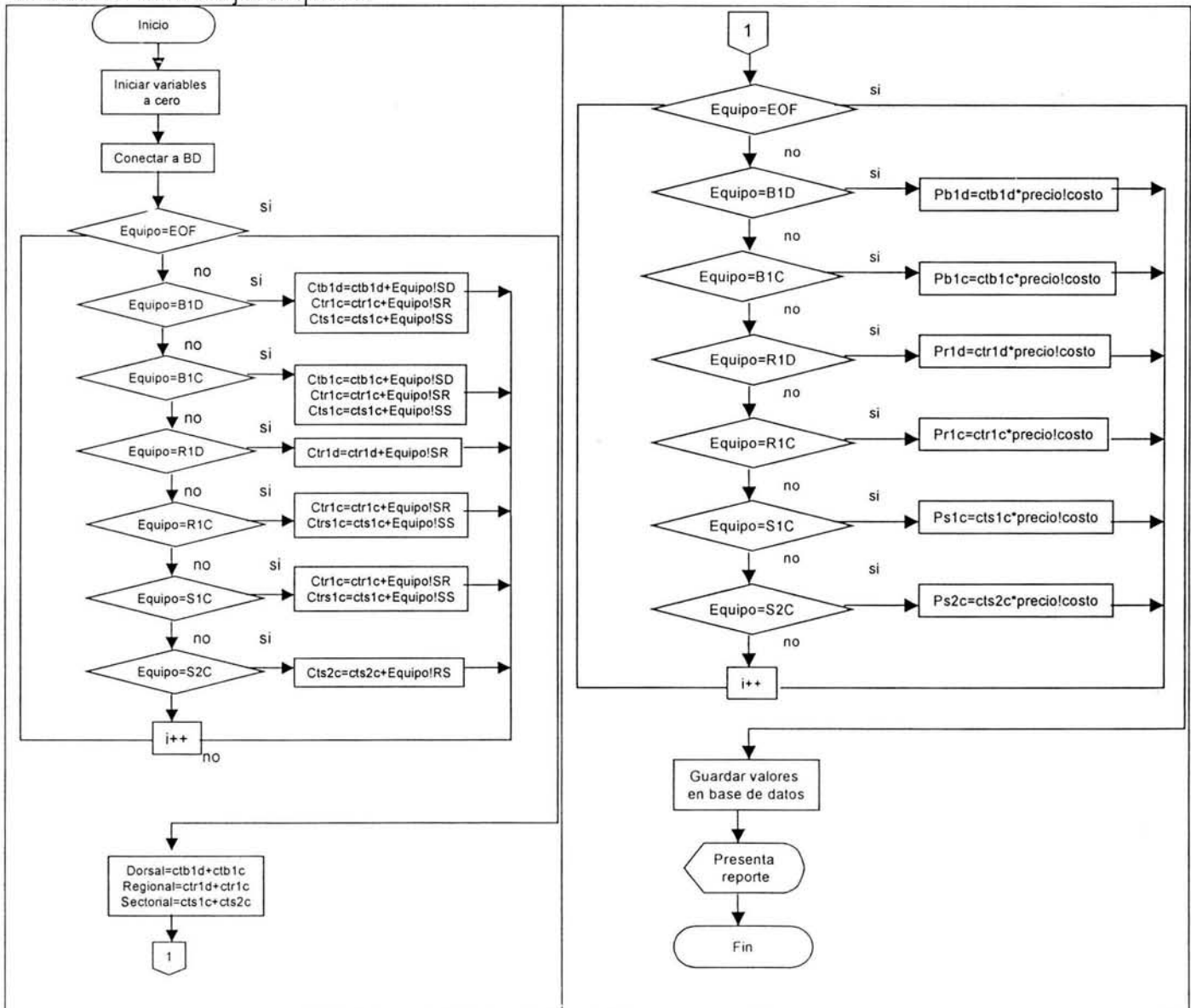




Figura 3.17 Diagrama de flujo del cálculo de costo de equipos.  
Cálculo de personal

El costo de la nómina representa un porcentaje importante dentro de su gasto corriente, para este ejercicio se determino asociar del total de la nómina un 15% a la parte dorsal, un 20% a la regional y un 65% a la sectorial considerando la cantidad de actividades que se realizan para atender cada uno de estos sectores. Esta parte del sistema suma la cantidad de personal por puesto y lo multiplica al salario asociado de la siguiente forma:

$$personalporpuesto = puesto * salario$$

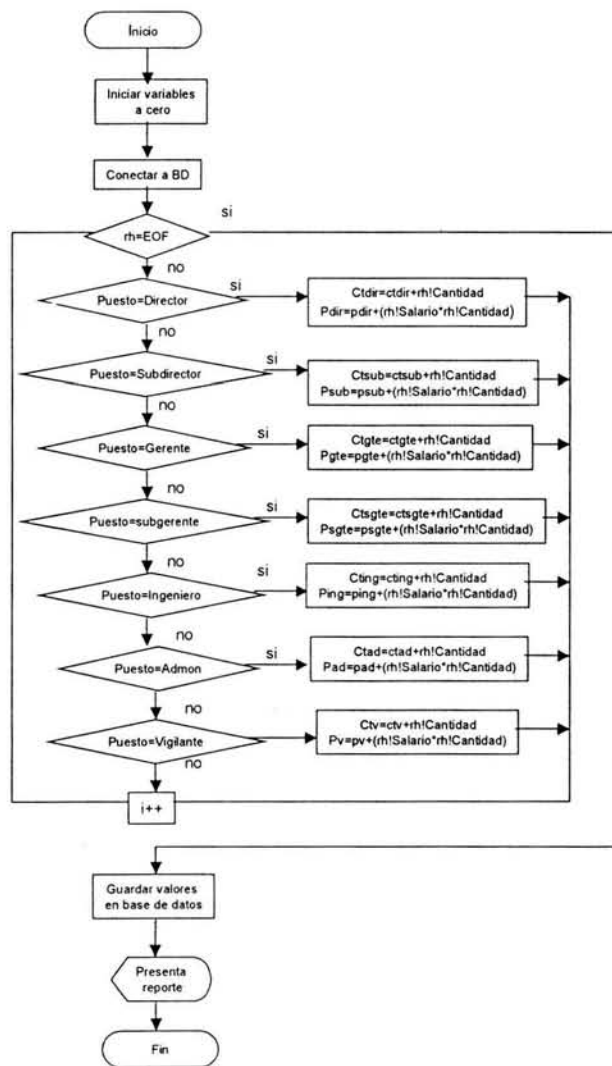


Figura 3.18 Diagrama de flujo del cálculo de costo de personal.





después le aplica el factor de distribución, mencionado anteriormente, de acuerdo a cada nivel jerárquico. De tal forma que los costos se determinan así:  $costo_{personal\ por\ nivel\ jerarquico} = \%asociado * total\ de\ g\ asto\ de\ personal$

### Cálculo de materiales

Calcula el gasto de todos los materiales necesarios de los empleados de la compañía para la implementación, operación y mantenimiento de la red. En primera instancia se suman los materiales por su tipo, se multiplican por su valor asociado y finalmente se le aplica el factor de distribución de acuerdo a su nivel jerárquico. En la figura 3.18 se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

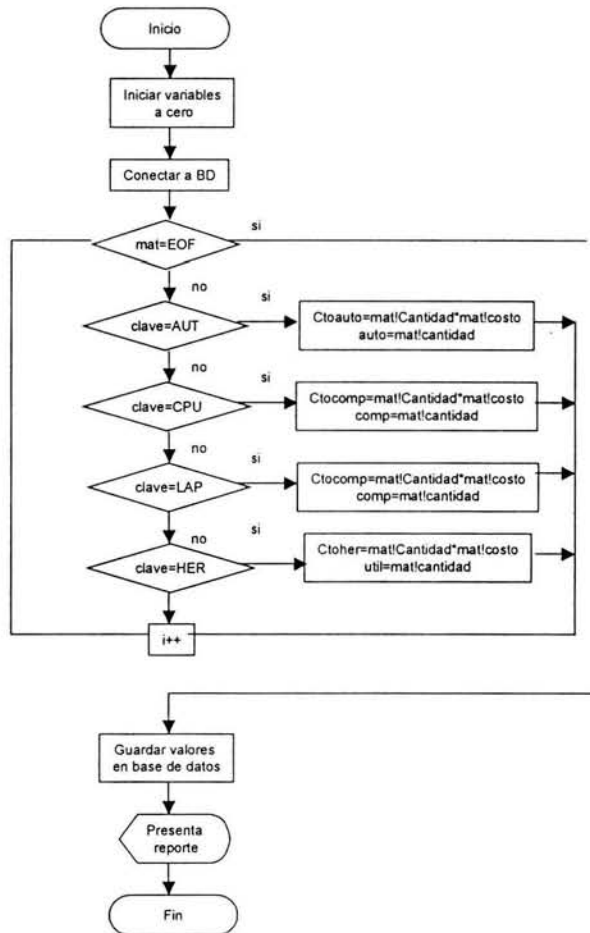


Figura 3.18 Diagrama de flujo del cálculo de costo de material.



### Cálculo de enlaces de clientes

A través de este módulo se obtiene el costo de los enlaces que se utilizan para proporcionar el acceso al servicio del cliente, de tal forma que pueda ser intergrado a la red. Se consideran los enlaces E1 dedicados y los enlaces E1 punto multipunto. Como primer paso se suma la cantidad de enlaces E1 y punto multipunto de un nivel jerárquico y se multiplican por su valor asociado como se indica en la siguiente formula:  $niveljerárquico = totalE1 * costo + totalE1PMP * costo$

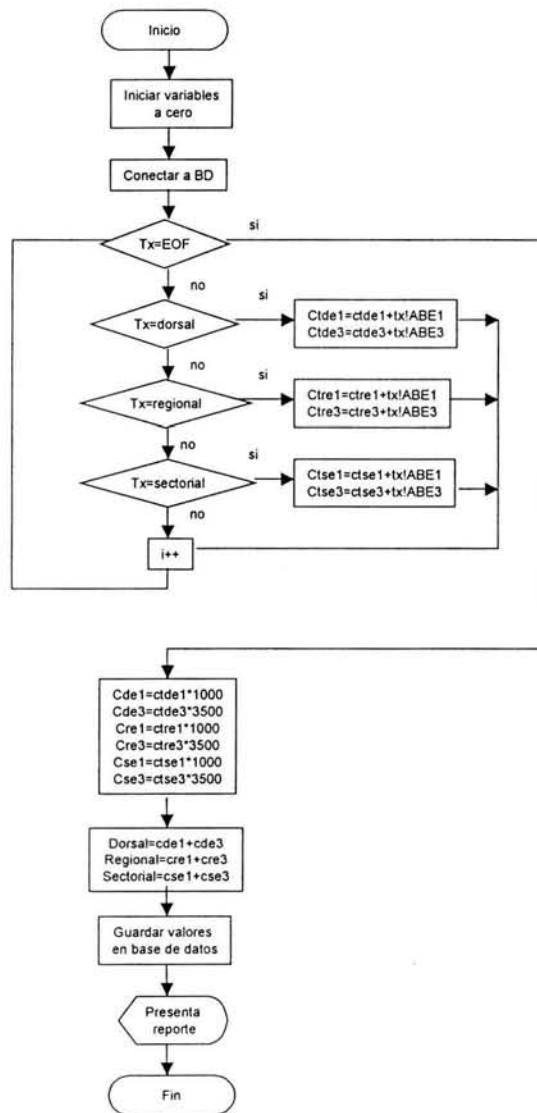


Figura 3.20 Diagrama de flujo del cálculo de costo de enlaces para acceso al cliente.



### Cálculo de servicios

Define los costos por nivel jerárquico de cada uno de los servicios que ofrece la red, permite al analista contar con la base para determinar las medidas a seguir en el incremento o decremento de infraestructura para los servicios. Inclusive, sirve como herramienta para la determinación del precio de los servicios ofrecidos.

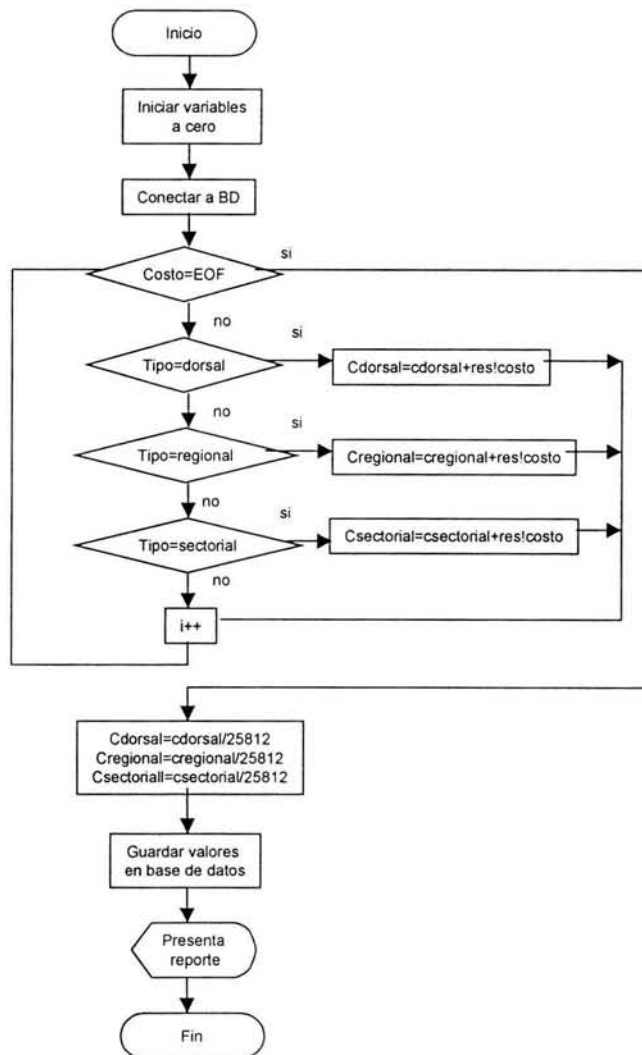


Figura 3.21 Diagrama de flujo del cálculo de servicios.



Para cada nivel se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Costo servicio por nivel} = \frac{\text{Enlaces} + \text{Equipo} + \text{Personal} + \text{Materiales} + \text{Enlaces PMP}}{\text{Total de clientes}}$$

## Resultados

Como resultado de la aplicación de cálculos del programa MC obtendremos el costo del servicio en cada uno de los niveles jerárquicos de la red como se muestra a continuación:

Nivel	Costo
Dorsal	\$ 214.37 USD
Regional	\$ 329.96 USD
Sectorial	\$ 400.76 USD

Para interpretar los resultados del modelo, debemos considerar que el resultado obtenido se refiere a un servicio de nx64, es decir, un servicio con un ancho de banda de 64 kbps.

En el nivel dorsal el servicio resulta ser el más económico, la razón es que se proporciona de forma directa a diferencia que en los otros niveles jerárquicos, el cliente se conecta al punto más cercano de la red y no requiere ser transportado a través de ella dado que se encuentra en el nivel más alto, además al contar con una gran cantidad de clientes los recursos son optimizados.

El nivel regional se ubica en segundo lugar con respecto a los precios del servicio, aquí encontramos la presencia del uso de transporte de la red para llegar a su destino.

El nivel jerárquico más alto es el sectorial, esto se debe a que los servicios ofrecidos en este nivel son los que requieren utilizar los ancho de banda de la red para poder enviar su información a su destino.



## Programa MC

El programa MC está diseñado con esquema de menú, formado por 5 divisiones principales que son:

- Principal
- Modelo
- Costeo
- A cerca de
- Salir



Figura 3.22 menú principal del programa Principal

Contiene el acceso a las tablas de la base de datos, se puede agregar, modificar y borrar los registros de cada una de ellas sin la necesidad de utilizar algún manejador de bases de datos. Las seis tablas a las que se puede acceder se muestran en la figura 3.22.

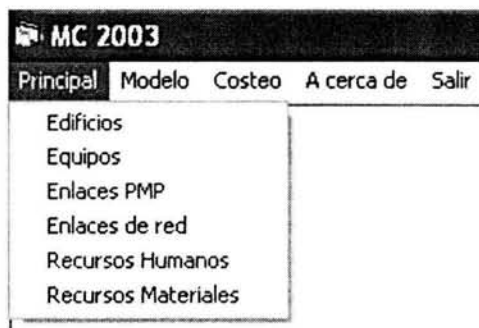


Figura 3.23 Opción del menú principal.



Es importante denotar que las tablas que pueden ser visualizadas desde esta parte del programa, son presentadas en forma de hojas de trabajo similar a las hojas de cálculo que conocemos. La facilidad y versatilidad que permite su uso es una de las principales razones por las cuales se determino diseñar el sistema de esta forma. En la figura 3.23 se muestra la opción de edificios dada esta condición.

Edificio	DD	Jerarquia	CT
PELAYA	CENTRO	REGIONAL	1
CIUDAD LAZARO CARDENAS	CENTRO	SECTORIAL	1
CIUDAD VALLES	CENTRO	SECTORIAL	1
GUANAJUATO	CENTRO	SECTORIAL	1
IRAPUATO	CENTRO	SECTORIAL	1
LEON	CENTRO	REGIONAL	1
MORELIA	CENTRO	REGIONAL	1
QUERETARO	CENTRO	SECTORIAL	1
SAN JUAN DEL RIO	CENTRO	SECTORIAL	1
SAN LUIS POTOSI	CENTRO	REGIONAL	1
SAN MIGUEL ALLENDE	CENTRO	SECTORIAL	1
ZAMORA	CENTRO	SECTORIAL	1
LERMA	METRO ORIENTE	SECTORIAL	1
MEXICO8	METRO ORIENTE	SECTORIAL	1
MEXICO7	METRO ORIENTE	SECTORIAL	1
TOLUCA	METRO ORIENTE	REGIONAL	1
MEXICO2	METRO PONIENTE	DORSAL	1
MEXICO4	METRO PONIENTE	SECTORIAL	1
MEXICO5	METRO PONIENTE	DORSAL	1
MEXICO1	METRO PONIENTE	DORSAL	1

Figura 3.24 Opción edificios del menú principal.

### Modelo

Esta parte del programa realiza los cálculos para la obtención del costo de la infraestructura necesaria para proporcionar el servicio a los clientes. Se divide en 6 partes como lo muestra la figura 3.23.

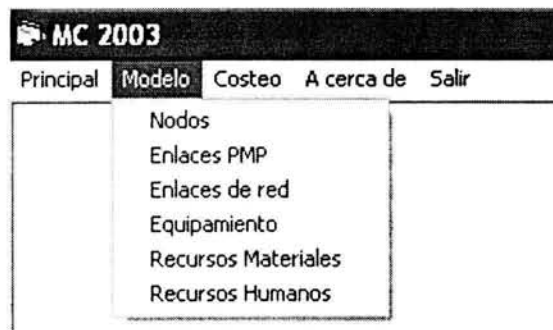


Figura 3.25 Opción modelo del menú principal.



### Nodos

Presenta el resumen de nodos por tipo de jerarquía que tenemos en la red Frame Relay .

CLASIFICACION POR TIPO DE NODO	
Nodos Dorsales:	14
Nodos Regionales:	12
Nodos Sectoriales:	62
-----	
Total=	88

Salir

Figura 3.26 Opción nodos del menú modelo.

### Enlaces PMP

Resume los enlaces de cliente E1 y PMP (punto multipunto) por nivel jerárquico que requiere la red para ofrecer los servicios.

ENLACES PMP Y E1 DE CLIENTE	
Jerarquia	PMP E1
Dorsal:	773 480
Regional:	361 97
Sectorial:	800 383
-----	
Total=	1934 960

Salir

Figura 3.27 Opción enlaces PMP del menú modelo.



### Enlaces de red

Se presentan todos los enlaces de transmisión que unen a los nodos de la red de acuerdo a su nivel jerárquico.

CLASIFICACION DE ENLACES		
Tipo de enlace	E1	E3
Nodos Dorsales:	0	22
Nodos Regionales:	116	8
Nodos Sectoriales:	18	0
Total=	134	30

Salir

Figura 3.28 Opción enlaces de red del menú modelo.

### Equipamiento

Esta es la pantalla donde se presenta el resumen del equipamiento de red ya clasificado de acuerdo a las definiciones establecidas en el modelo.

CLASIFICACION DE EQUIPO			
Tipo de equipo	SD	SR	SS RS
Nodos Dorsales:	13	12	18
Nodos Regionales:		11	10
Nodos Sectoriales:			22 6
Total=		0	

Salir

Figura 3.29 Opción equipamiento de red del menú modelo.





### Recursos Materiales

En esta opción se presenta el resumen de materiales que requiere el personal de la empresa para implementar , operar y mantener la red de datos.

MATERIALES	
TIPO	Cantidad
Autos:	50
Computadoras:	204
Herramientas:	40

Salir

Figura 3.30 Opción material del menú modelo.

### Recursos Humanos

Es el resumen de los recursos humanos de la empresa considerando el puesto que desempeñan.

Personal de la Empresa	
Puesto	Cantidad
Directores:	6
Subdirectores:	11
Gerentes:	26
Subgerentes:	21
Ingenieros:	72
Administrador:	52
Vigilante:	6
Total=	168

Salir

Figura 3.31 Opción material del menú modelo.



## Costeo

Presenta el costo que tiene el equipo, enlaces, y los servicios de los clientes. En esta parte del programa es posible conocer el costo de la empresa para prestar los servicios a los clientes. Con esta información el analista puede determinar la utilidad y la ganancia en cada uno de los diferentes servicios de la red. Se encuentra dividido en 6 partes como se muestra en la figura 3.24.

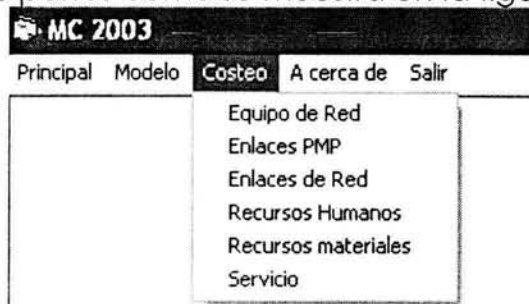


Figura 3.32 Menú costeo.

## Equipo de red

El resultado de costo del equipo de red clasificado de acuerdo a las definiciones del modelo.

Costos de Equipo

COSTO DE EQUIPO POR CLASIFICACION

Tipo	Cantidad	Costo
B1D:	9	1862784
B1C:	7	1296540
R1D:		
R1C:	67	9148314
S1C:	50	5524350
S2C:	5	178600
Total=	138	18010588

Salir

Figura 3.33 Opción equipo de red del menú costeo.



## Enlaces PMP

Dividido en los tres niveles jerárquicos de la red con su costo asociado representa los costos de los enlaces para dar acceso al servicio del cliente.

ENLACES PMP Y E1 DE CLIENTE	
Jerarquía	PMP E1
Dorsal:	773 480
Regional:	361 97
Sectorial:	800 383
Total=	1934 960

Figura 3.34 Opción enlaces pmp del menú costeo.

## Enlaces de red

De acuerdo a su nivel jerárquico y por tipo se presenta el resumen del costo de los enlaces de la red de datos.

TOTAL DE ENLACES	COSTO DE ENLACES			
	E1	E3	E1	E3
Dorsal:	0	22	0	77000
Regional:	116	8	116000	28000
Sectoriales:	18	0	18000	0
Total=	134	30	134000	105000

Figura 3.35 Opción enlaces de red del menú costeo.



### Recursos Humanos

Se presenta la clasificación por tipo de puesto y su costo asociado.

Costo de Nomina de la Empresa		
Puesto	Cantidad	Monto (USD)
Directores:	6	21000
Subdirectores:	11	56000
Gerentes:	26	87000
Subgerentes:	21	41200
Ingenieros:	72	82900
Administrador:	52	62400
Vigilante :	6	1800
Total=		162 350500

Salir

Figura 3.36 Opción recursos humanos del menú costeo.  
**Recursos Materiales**

Presenta los costos asociados a los materiales que requieren los ingenieros para operar la red.

COSTO DE MATERIALES		
TIPO	Cantidad	Costo
Autos:	50	350000
Computadoras:	204	290600
Herramientas:	40	12000
Total=		652600

Salir

Figura 3.37 Opción recursos materiales del menú costeo.



### Servicios

Presenta el resultado del costo del servicio por tipo de nivel jerárquico de la red.

COSTO DE SERVICIO POR JERARQUIA	
Jerarquia	Costo del servicio
Dorsal:	277.8222
Regional:	516.4372
Sectorial:	409.425
-----	
Total=	1203.6844

Salir

Figura 3.38 Opción recursos materiales del menú costeo.

### A cerca de

Presenta la última versión del sistema modelo de costos (MC) .

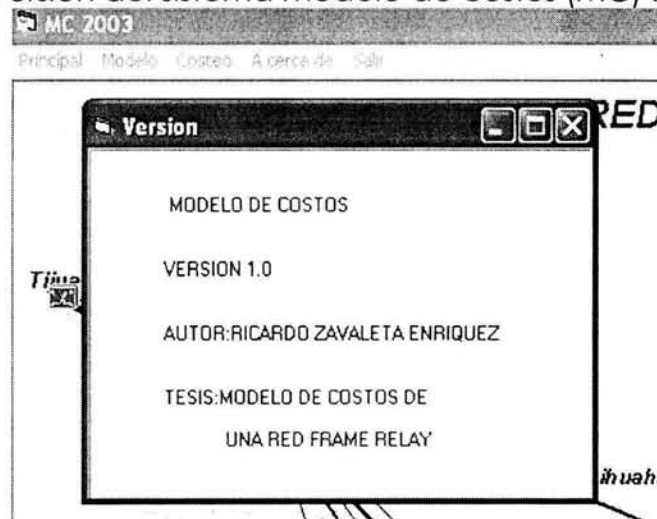


Figura 3.39 Opción a cerca de del menú principal.

### Salir

Es la opción del menú para terminar el uso del sistema.



Las telecomunicaciones son el futuro de la telefonía, las empresas telefónicas están enfocando sus esfuerzos hacia la implementación de nuevas tecnologías que ofrezcan a los usuarios una mayor variedad de servicios a un costo accesible.

La Ingeniería en Computación es aplicada a las empresas, una de sus funciones principales es la creación de herramientas que ofrezcan como resultado los parámetros de referencia en la toma de decisiones.

La inversión de sus presupuestos deberá estar fundamentada solo con base a las necesidades de los clientes, cualquier otro camino representa un alto riesgo. En la actualidad, las inversiones del presupuesto de las empresas debe estar enfocado correctamente a las áreas en donde realmente sea necesario. Una decisión errónea puede poner en riesgo la existencia de la empresa, la competitividad es un sinónimo de éxito.

El sistema MC permite obtener el costo del producto en cada una de sus modalidades, además refleja el gasto e inversión que se realiza en la red de datos en cada uno de sus rubros: enlaces, equipo, personal, y materiales.

Al conocer el costo del servicio, el analista puede tener un marco de referencia para incrementar el costo del servicio y por consecuencia la utilidad. En caso contrario, le permite reducir el costo del servicio hacia el cliente, lo cual reducirá también el margen de utilidad, pero le ayudará a ser más competitiva.

MC es un modelo de costeo que puede ser adaptado a cualquier otro tipo de redes de telecomunicaciones, para lo cual será necesario ajustar los tipos de nodos y la base de datos en general.

En conjunto con el análisis de ventas, MC auxilia en la toma de decisiones para determinar la continuidad de un producto en el mercado.

El valor más rentable para ofrecer un servicio se encuentra en la parte dorsal de la red Frame Relay, por lo que es importante analizar los nodos sectoriales que actualmente se tienen abierto para valorar su existencia.



---

## GLOSARIO

**Adecuaciones.** Instalaciones físicas en sitio para la implementación de equipos como Energía, espacio físico, clima, etc.

**ARPA.** Agencia del Ministerio de Defensa (Advanced Research Projects Agency). La agencia del gobierno de Estados Unidos que proporcionó el soporte original para el desarrollo de las redes interconectadas que posteriormente evolucionaron para formar internet.

**ARPANET.** Red de Interconexión de Múltiples Computadoras (Multiple Computer Networks and Intercomputer Communications). Una gran red de área extensa que fue creada en la década de 1960 para el intercambio de información entre universidades y organismos de investigación, aunque el ejército americano utilizó también esta red para sus comunicaciones.

**BBN.** Compañía Bolt Beranek and Newmann

**BITNET.** La red que estabamos esperando (Because It's Time Network). Inc. Una red de area extensa fundada en 1981 y operada por la CREN (Corporation for Research and Educational Networking, corporación para la educación y la investigación en el área de redes). Proporcionaba servicios de correo electrónico y de transferencia de archivos entre computadoras mainframe situadas en instituciones educativas y de investigación de Norteamérica y Japón.

**B-STDx.** Switch de conmutación de datos que es utilizado en la red de Frame Relay o ATM.

**Carrier.** Prestador de enlaces de transmisión, ofrece anchos de banda de diferente capacidad como E1,E3,STM-1,STM-16, etc. Por ejemplo: Telmex, Avantel, MCI, etc.

**CCITT.** Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico. Fue la organización encargada de llevar a cabo las tareas de estandarización de la ITU. Después de una reorganización sufrida por la ITU en 1992, dejó de existir como organismo separado.

**Chat.** Mantener una conversación en tiempo real con otros usuarios a través de la computadora.

**CMU.** Universidad Carnegie Mellon (University Carnegie Mellon)



**CSNET.** Red de computadoras científicas (Computer Science Network)

**CSU/DSU.** Unidad de Servicio Canal/Unidad de Servicio de Datos. Dispositivo para conectar dos redes en lugar de un módem. El dispositivo conecta la red a la línea de transmisión y el DSU (Data service unit) convierte los datos para su transmisión por el CSU y controla el flujo de datos.

**Cyclades.** Red Francesa de Telecomunicaciones

**DAS.** Double Attachement Station

**DLCI.** Identificador de Conexión de Enlace (Data Link Connection Identifier). Un circuito virtual en las redes de frame relay que identifica de manera permanente la ruta hacia un destino concreto.

**EARN.** Red de la Academia Europea (European Academic and Research Network)

**Email.** Correo electrónico, es el intercambio de mensajes de texto y archivos informáticos a través de una red de comunicaciones como por ejemplo: lan o wan, usualmente entre computadoras o terminales.

**Enrutador.** Dispositivo intermediario en una red de comunicaciones que facilita la distribución de los mensajes. En una determinada red utilizada para conectar diversas computadoras a través de una malla de posibles conexiones, los enrutadores reciben los mensajes transmitidos y los reenvían hacia los destinos apropiados a través de la ruta mas eficiente posible, para lo cual utiliza un algoritmo.

**EUNET.** Red Europea de Unix (European Unix Network)

**HSSI.** Interfaz de alta velocidad (High Speed Serial Interfaz)

**IAB.** Consejo de arquitectura de internet (Internet Assigned Numbers Authority). Responsable de las cuestiones globales de arquitectura relativas a Internet, también interviene para resolver disputas que puedan surgir en los procesos de estandarización.

**ICCB.** Tarjeta de Configuración de Control de Internet (Internet Configuration Control Board)





**IEEE.** Instituto de Ingenieros eléctricos y electrónicos. Una sociedad de profesionales de la ingeniería y la electrónica con sede en Estados Unidos, pero cuyos miembros pertenecen a numerosos países.

**IETF:** Grupo de trabajo de ingeniería Internet (Internet Engineering Task Force). Organización mundial de personas interesadas en las redes y en Internet, esta a cargo de estudiar los problemas técnicos a los que internet se enfrenta y de proponer soluciones a la IAB. Su labor se realiza mediante diversos grupos de trabajo centrados en temas específicos, como el encaminamiento y la seguridad.

**IMP.** Interfaz de Procesamiento de Mensajes (Interface Message Processors)

**INGW.** Grupo Internacional de Trabajo de Redes (International Network Working Group)

**IRTF.** Grupo de trabajo de Investigación de Ingeniería (Internet Research Task Force). Es una organización de voluntarios que forma parte de ISOC (Internet Society) y que se centra en la formulación de recomendaciones a largo plazo relativas a Internet y dirigidas al IAB.

**ISDN.** Red de servicios integrados (Integrated Services Digital Network).

**ISI.** Instituto de Información de Ciencias ( Information Sciencies Institute)

**LAN.** Red de área local (Local Area Network). Compuesta por un grupo de máquinas de host que están situadas en segmentos físicamente diferentes, pero que se comunican como si estuvieran conectadas al mismo cable.

**MAN.** Red de área metropolitana (Metropolitan Area Network). Red de alta velocidad que puede transportar voz, datos e imágenes a velocidades altas y distancias de hasta 75 Km. Puede estar formada por redes locales (LAN).

**MIT.** Instituto Tecnológico de Massachussets (Massachussets Institute of Technology)

**NASA.** Administración nacional de aeronáutica y del espacio (National Aeronautic and Space Administration).

**NCP.** Protocolo de control de red (Network Control Protocol).



**NSF.** Fundación nacional de Estados Unidos para la ciencia (National Science Foundation) Agencia de del gobierno de Estados Unidos cuyo objetivo es promover la investigación científica financiando tanto proyectos de desarrollo como proyectos que faciliten la comunicación científica.

**NIC.** Centro de información de red (Network Information Centre). Una organización que proporciona información a cerca de una red y que realiza también otras tareas de soporte a los usuarios de red. Es la encargada de registrar los dominios y administrar las direcciones ip validas para las redes.

**NORSAR.** Red Noruega de Telecomunicaciones.

**NPL.** Laboratorio Nacional de Física (National Physics Laboratory)

**NSFNET.** Fundación nacional de ciencia y redes (National Science Foundation Network). Red de área extensa desarrollada por la NSF para sustituir a ARPANET para aplicaciones civiles, sirvió como una de las principales redes troncales de Internet hasta mediados de 1995.

**NWG.** Grupo de trabajo de redes (Network Working Group).

**OSI:** Modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos (Open Systems Interconnection). Una arquitectura en varios niveles que estandariza los niveles de servicio y los tipos de interacción para equipos informáticos que intercambian información a través de una red de comunicaciones.

**PSN.** Red de Conmutación de Paquetes (Packet Switching Exchange)

**RFC.** Estándares de comunicaciones ( Request For Comments). Documentos mediante los cuales se publica un estándar, un protocolo u otra información relativa a la operación de internet. Los documentos RFC son promulgados, bajo el control de la IAB, después de una discusión a cerca de su contenido y sirven en la práctica como estándar.

**SMDS.** Servicio de datos conmutados a multimegabits

**SNA.** Arquitectura de comunicaciones de IBM (System Network Architecture). Modelo desarrollado por IBM para permitir que los productos IBM, incluyendo computadoras mainframe, terminales y periféricos, se comuniquen e intercambien datos. Comenzó como un modelo de cinco niveles y fue



posteriormente ampliado con dos niveles adicionales para corresponderse de manera más estrecha con el modelo de referencia ISO/OSI.

**TCP.** Protocolo de control de transmisión de datos (Transmission Control Protocol). El protocolo TCP/IP que gobierna la segmentación de los mensajes de datos en paquetes para su envío a través de IP (internet protocol) y la recomposición y verificación de los mensajes completos a partir de los paquetes recibidos mediante IP. Es un protocolo fiable (en el sentido que garantiza una entrega libre de errores), orientado a conexión y se corresponde con el nivel de referencia ISO/OSI.

**Telnet.** Programa que permite a un usuario Internet iniciar una sesión en una computadora remota conectada a internet e introducir comandos en esa computadora como si estuviera utilizando una terminal basado en texto directamente conectado a esa computadora.

**TNP:** Nuevo protocolo de transferencia (Network News Transfer Protocol).

**Tymnet.** Red pública de datos disponible en más de 100 países con enlaces a algunos servicios en línea y proveedores de servicios de internet.

**UCCP.** Copia entre sistemas Unix (Unix to Unix Copy). Conjunto de programas de software que facilitan la transmisión de información entre sistemas Unix utilizando conexiones de datos en serie, principalmente la red telefónica general de comunicación.

**USENET.** Red de ámbito mundial de sistemas UNIX que dispone de una administración descentralizada y se utiliza como tablón de anuncios electrónicos para grupos dedicados al debate sobre temas de interés particular. Comprende miles de grupos de noticias, cada uno de ellos dedicados a un tema concreto.

**VLSI.** Integración de circuitos a muy alta escala.

**WAN.** Red de área amplia (Wide Area Network), geográficamente distribuida que depende de las tecnologías de comunicaciones para enlazar los diversos segmentos de red. Una red WAN puede ser única o estar formada por una serie de redes LAN.